BESCHREIBUNG

ROHDE & SCHWARZ

MP MASTER
MA23812

SELEKTIVES MIKROVOLTMETER

SELECTIVE MICROVOLTMETER

Type USVH

Beschreibung

SELEKTIVES MIKROVOLTMETER

Type USVH BN 1521

ENGLISH INSTRUCTION BOOK
see page 47

Anmerkung: Wir bitten, bei technischen Anfragen, insbesondere bei der Anforderung von Ersatzteilen, außer der Type und Bestellnummer (BN) immer auch die Fabrikationsnummer (FNr.) des Gerätes anzugeben.

Ausgabe R 8720/164 d/e

Printed in Western Germany

INHALTSÜBERSICHT

1. **Eigenschaften** 3

2. **Anwendung** 5

3. **Inbetriebnahme und Bedienung** 7
3.1. Einstellen auf die gegebene Netzspannung 7
3.2. Einstellen des mechanischen Instrument-Nullpunktes 8
3.3. Eichen 8
3.4. Eingangswiderstand 10
3.5. ZF-Bandbreite 11
3.6. Feinverstimmung (Schmalband) 12
3.7. Ausgang „Hörer" 13
3.8. Kabelverbindung zwischen USVH und Meßobjekt 13
3.9. Messungen 14
3.9.1. Absolute Spannungs- und Pegelmessungen 14
3.9.2. Relativmessungen bei gedehntem Anzeigebereich 7...10 . . . 16
3.9.3. Klirrfaktormessungen 17
3.9.4. Modulationsgradmessungen 21
3.9.5. Messen der Störstrahlung von Sendern und Empfängern 22

4. **Wirkungsweise und Aufbau** 23

5. **Schaltteilliste** 31

Frontplatte mit Kurz-Bedienungsanleitung 91

Blockschaltbild 93

Stromlauf 95

1. EIGENSCHAFTEN

Frequenzbereich . . . . . 10 kHz...30 MHz

6fach unterteilt . . . . . 10... 100 kHz | 1... 3 MHz
100... 300 kHz | 3...10 MHz
300...1000 kHz | 10...30 MHz
(100 kHz...30 MHz bei 5 kHz ZF-Bandbreite)

Fehlergrenzen der Frequenz

10 kHz... 1 MHz . . . . . ±2 % zuzüglich ±3 kHz
1 MHz...30 MHz . . . . . ±2 % zuzüglich ±50 kHz

Feinverstimmungsmöglichkeit bei

500 Hz ZF-Bandbreite . . . . . -2,5...0...+2,5 kHz

Spannungs- bzw. Pegelmeßbereich . . . 0,2 µV...1 V bzw. -134...+2 db

13fach unterteilt mit Einschränkung des Frequenzbereichs

10 kHz...30 MHz	300...1000 mV	bzw. -20...	+2 db
	100... 300 mV	-30...	-8 db
	30... 100 mV	-40...	-18 db
	10... 30 mV	-50...	-28 db
	3... 10 mV	-60...	-38 db
	1... 3 mV	-70...	-48 db
	0,3... 1 mV	-80...	-58 db
20 kHz...30 MHz	100... 300 µV	-90...	-68 db
	30... 100 µV	-100...	-78 db
	10... 30 µV	-110...	-88 db
	3... 10 µV	-120...	-98 db
	1... 3 µV	-130...	-108 db
30 kHz...30 MHz	0,2... 1 µV	-134...	-118 db

Gedehnter Anzeigebereich . . . . . Relativeichung von 7...10

Fehlergrenzen der Spannungsanzeige

bei 1 MHz und 1 V . . . . . ±3 % (nach dem Eichen)

Frequenzgang bezogen auf 1 MHz

20 kHz...10 MHz . . . . . ±5 %
10 kHz...30 MHz . . . . . ±10 %

Fehlergrenzen der Spannungsteilung . ±2 %

ZF-Bandbreite umschaltbar . . . . . 500 Hz oder 5 kHz
(5 kHz Bandbreite nur von 100 kHz...30 MHz)

Spiegelfrequenzsicherheit . . . . . > 60 db

Selektion im Abstand der doppelten Bandbreite

bei 500 Hz ZF-Bandbreite . . . . . etwa 35 db

bei 5 kHz ZF-Bandbreite . . . . . etwa 50 db

Rauschspannung bei 500 Hz ZF-Bandbreite und Abstimmung auf f > 50 kHz . . . . . etwa 0,15 µV
f < 50 kHz . . . . . etwa 0,25 µV
bei 5 kHz ZF-Bandbreite. . . . . etwa 0,45 µV
} bei einem Generator-innenwiderstand < 1 kΩ

Eingang . . . . . koaxiale 13-mm-Buchse

Eingangswiderstand umschaltbar . . . 50 Ω, 60 Ω, 75 Ω, 150 Ω, 600 Ω und 500 kΩ || 20 pF

NF-Ausgang . . . . . 2 Telefonbuchsen

Innenwiderstand . . . . . etwa 6 kΩ

Ausgangsspannung bei Vollausschlag des Instrumentes . . . . . etwa 1 V bei 30 % Modulation

Netzanschluß . . . . . 115/125/220/235 V ±10 %
47...63 Hz (85 VA)

Bestückung . . . . . 1 Röhre E 180 F
1 Röhre EC 93
4 Röhren ECC 801 S
4 Röhren EF 800
1 Röhre EF 805 S
1 Röhre EF 806 S
2 Röhren PL 81
1 Stabilisator 85 A 2
1 Schmelzeinsatz 0,4 C DIN 41571 (für 220 und 235 V Netzspannung)
1 Zwergglimmlampe RL 210

Abmessungen . . . . . 540 x 268 x 378 mm
(R&S-Normkasten Größe 57)

Gewicht . . . . . 30 kg

2. ANWENDUNG

Das Selektive Mikrovoltmeter Type USVH ist dank seiner außergewöhnlich hohen Empfindlichkeit und Trennschärfe für viele Meßaufgaben geeignet, die bisher mit einem derartigen Gerät entweder überhaupt nicht oder nur bei zusätzlicher Anwendung verschiedener anderer Hilfsmittel ausführbar waren. Aus der großen Anzahl der Meßmöglichkeiten seien hier nur einige herausgegriffen:

a) Selektive Dämpfungs- und Frequenzgangmessungen an beliebigen Vierpolen bis etwa 130 db. Bei solchen Messungen wird man das USVH besonders dann bevorzugen, wenn dem Meßobjekt nur eine relativ kleine Spannung zugeführt werden darf.

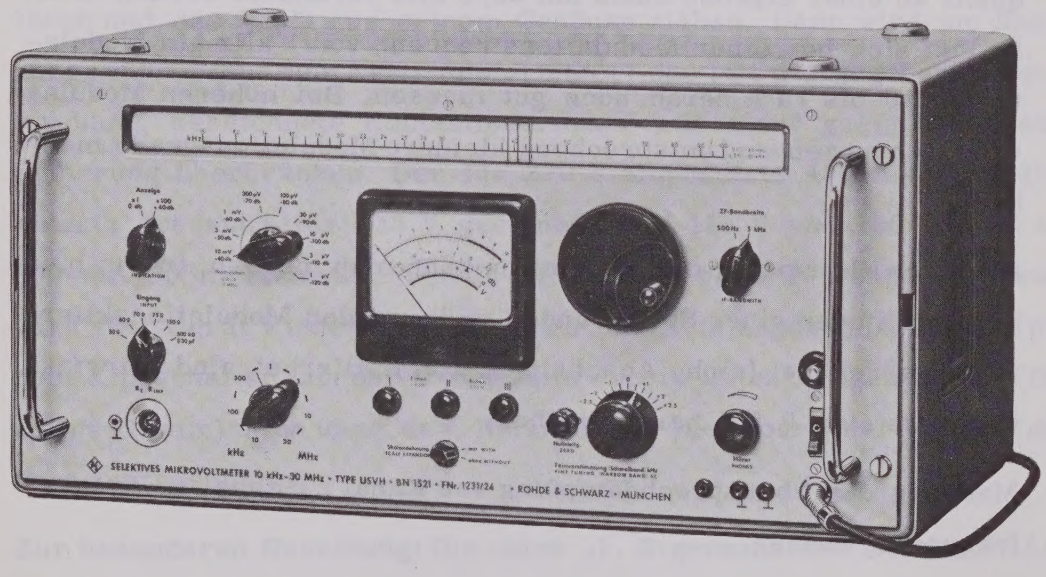


Bild 1. Frontansicht des Selektiven Mikrovoltmeters Type USVH

b) Selektive Frequenzgangmessungen z.B. an Verstärkern oder Filtern im Durchlaßbereich. Für solche Messungen kann am USVH der gedehnte, von 7...10 relativ geeichte Anzeigebereich gewählt werden; hiermit sind auch sehr kleine Änderungen der Meßobjekt-Ausgangsspannung mühelos ablesbar.

c) Messung des Hochfrequenz-Klirrfaktors an Meßsendern des Lang-, Mittel- und Kurzwellenbereichs. Hierbei ist wegen des Eigenklirrfaktors des Gerätes zwar nicht der Bereich erfaßbar wie bei Dämpfungsmessungen, es sind aber dennoch Klirrfaktoren bis 0,1 % herab meßbar, also Klirrdämpfungen bis 60 db.

d) Modulationsgradmessungen bei Trägerfrequenzen von 10 kHz bis 30 MHz und bei Modulationsfrequenzen über 1 kHz. Hierbei brauchen nur die Amplitude des Trägers und die Amplituden der beiden Seitenbänder gemessen zu werden, dann läßt sich der Modulationsgrad (in %) auf einfache Weise errechnen (siehe unter 3.9.4.). Von besonderem Vorteil ist hierbei die Feinverstimmungseinrichtung des USVH, womit die Abstimmung für jede beliebige Trägerfrequenz an einer eigenen Skala um ±2,5 kHz verändert werden kann. So läßt sich bei einer Modulationsfrequenz von 1 kHz ein Modulationsgrad bis 10 % herab noch gut messen. Bei höheren Modulationsfrequenzen sind entsprechend kleinere Modulationsgrade meßbar.

e) Auch den Klirrfaktor der Modulation kann man messen, indem man die Amplituden eines Seitenbandes mißt und den Modulationsklirrfaktor errechnet (siehe Abschnitt 3.9.3.). Hierbei sind Klirrfaktoren bis etwa 0,5 % herab meßbar.

f) Messung der Übersprechdämpfung von Kanal zu Kanal in Trägerfrequenzsystemen.

g) Prüfen von Meßsender-Spannungsteilern bis 10 μV herab mit einer Genauigkeit von ±2 %. Bisher waren solche Messungen, insbesondere im Kurzwellenbereich, nur durch Vergleichsmessungen mit Hilfe von Eichleitungen möglich.

h) Messen der Mischsteilheit unmittelbar an der Anode einer Mischröhre. Dank der Selektivität des USVH sind solche Messungen auch bei relativ großer Oszillatorspannung und bei kleiner Signalspan-

nung möglich. Das USVH zeigt die Amplituden der Differenzfrequenzen auch ohne ein vorgeschaltetes Filter richtig an.

i) Dichtigkeitsmessungen an Abschirmungen oder Hochfrequenz-Verdrosselungen. Hierbei sind Spannungen von Bruchteilen eines Mikrovoltes noch gut nachweisbar.

3. INBETRIEBNAHME UND BEDIENUNG

3.1. Einstellen auf die gegebene Netzspannung und Einschalten

Vom Herstellerwerk aus ist das Gerät für 220 V Netzspannung eingestellt. Zur Umstellung für 115 V, 125 V oder 235 V muß man zunächst am linken und rechten Rand der Frontplatte die Zylinderkopfschrauben lösen und das Gerät aus seinem Gehäuse ziehen. Dann wird am Spannungswähler (auf dem Netztransformator) das mit der gegebenen Netzspannung bezeichnete Kontaktfedernpaar mit einer geeigneten Feinsicherung überbrücken. Der für 220 V eingesetzte 400-mA-Schmelzeinsatz ist auch für 235 V geeignet. Für 115 V und 125 V muß ein 800-mA-Schmelzeinsatz (0,8 C DIN 41571) gewählt werden. Hierauf wird das Gerät wieder eingebaut, an das Netz angeschlossen und mit dem Kippschalter (an der Frontplatte rechts unten) eingeschaltet. Die kleine Glimmlampe über dem Netzschalter dient zur Überwachung des Einschaltzustandes.

Zur besonderen Beachtung: Die unter „1. Eigenschaften" stehenden Angaben bezüglich Fehlergrenzen der Frequenz, Frequenzgang usw. gelten nach einer Einlaufzeit von etwa einer Stunde. Besonders für eine Messung in den Frequenzbereichen von 1 bis 30 MHz bei „ZF-Bandbreite 500 Hz" muß eine hinreichend gute Konstanz des Abstimm-Oszillators (Rö10) abgewartet werden; denn hier wird von diesem Oszillator, wenn die Abstimmung stehen bleiben soll, bei 30 MHz zum Beispiel eine Frequenzkonstanz von etwa ±0,00007 % verlangt.

3.2. Einstellen des mechanischen Instrument-Nullpunktes

Bei ausgeschaltetem Gerät muß der Zeiger des Instrumentes auf dem mechanischen Nullpunkt stehen; das ist der 0-Punkt der beiden Voltskalen. Zur Korrektur dient die im Instrumentgehäuse eingelassene Schlitzachse.

Bei eingeschaltetem Gerät muß man beim Korrigieren der Nullstellung dafür sorgen, daß an das Diodenvoltmeter keine Netz- oder Rauschspannung gelangt. Man wähle zur Einstellung des mechanischen Nullpunktes bei eingeschaltetem Gerät folgende Schaltstellungen: Meßbereichschalter auf „10 mV/-40 db", Schalter „ZF-Bandbreite" auf „500 Hz" und Schalter „Skalendehnung" auf „ohne".

3.3. Eichen (siehe auch Frontplatte mit Kurz-Bedienungsanleitung, Seite 91)

Damit die Eichung in den vier Betriebsarten

A) Frequenzbereiche 100...1000 kHz mit ZF-Bandbreite 5 kHz,
B) Frequenzbereiche 10...1000 kHz mit ZF-Bandbreite 500 Hz,
C) Frequenzbereiche 1...30 MHz mit ZF-Bandbreite 5 kHz, und
D) Frequenzbereiche 1...30 MHz mit ZF-Bandbreite 500 Hz

gleichzeitig stimmt, sind drei Eichvorgänge notwendig, wobei der **Meßbereichschalter** jeweils auf „**Nacheichen (1 MHz)**" und der **Schalter „Skalendehnung"** auf „**ohne**" stehen müssen.

Eichen I

a) Frequenzbereichschalter auf „1...3 MHz",
b) Schalter „ZF-Bandbreite" auf „5 kHz";
c) Frequenzskalenzeiger auf den bei 1 MHz rot markierten Bereich drehen und hier für Instrument-Höchstausschlag genau abstimmen;
d) Knopf „Eichen I" einregeln, bis Instrumentzeiger genau auf „0 db" steht.

Eichen II

a) Frequenzbereichschalter auf „300 kHz...1 MHz";
b) Schalter „ZF-Bandbreite" bleibt auf „5 kHz";
c) Frequenzskalenzeiger auf den bei 1000 kHz rot markierten Bereich drehen und hier für Instrument-Höchstausschlag abstimmen;
d) Knopf „Eichen II" einregeln, bis Instrumentzeiger auf „0 db" steht.

Eichen III

a) Frequenzbereichschalter bleibt auf „300 kHz...1 MHz";
b) Schalter „ZF-Bandbreite" bleibt auf „5 kHz";
c) für höchsten Instrumentausschlag abstimmen („0 db" wie Eichen II);
d) Schalter „ZF-Bandbreite" auf „500 Hz" umschalten;
e) Knopf „Feinverstimmung (Schmalband)" auf „0 kHz" stellen;
f) Knopf „Nullstellg." so einstellen, daß Instrument wieder Höchstausschlag zeigt;
g) Knopf „Eichen III" einregeln, bis Instrument „0 db" anzeigt.

Der Vorgang Eichen II kann, wenn der zugehörige Knopf vorher sehr verstellt war, die durch Eichen I berichtigte Verstärkung etwas beeinflussen. Es empfiehlt sich daher, nach dem Eichen II zu prüfen, ob Eichen I noch stimmt. Nötigenfalls sind diese zwei Eichvorgänge zu wiederholen, bis die Beeinflussung unmerkbar klein geworden ist. Zudem empfehlen wir, von Zeit zu Zeit alle drei Eichungen nachzuprüfen, da sie sich durch stärkere Netzspannungsschwankungen etwas verändern können.

Es ist jedoch nicht immer notwendig, alle drei Eichungen auszuführen. Falls man zum Beispiel nur mit der Betriebsart A) oder nur mit C) arbeitet, genügt Eichen I.

Zur besonderen Beachtung: Wenn man eine Eichung kurz nach dem Einschalten des Gerätes ausführt, bleibt der Instrumentzeiger nicht

auf dem Eichausschlag „0 db" stehen, sondern geht langsam zurück. Dieser Umstand ist nicht auf ein fehlerhaftes Arbeiten des Gerätes zurückzuführen, sondern hängt nur von der unvermeidlichen Einlaufzeit des Abstimm-Oszillators (Rö10) ab. Man bedenke, daß dieser Oszillator, wenn im Bereich 1...3 MHz nachgeeicht wird, für feststehenden Eichausschlag bei 5 kHz ZF-Bandbreite eine Frequenzkonstanz von etwa ±0,0025 % und bei 500 Hz ZF-Bandbreite eine Konstanz von etwa ±0,0001 % aufweisen müßte. Diese Kurzzeitkonstanz kann erst nach einer Einlaufzeit von etwa einer Stunde erwartet werden. Die ordnungsgemäße Ausführbarkeit der Eichungen ist von dieser während der Einlaufzeit auftretenden Frequenzwanderung nicht abhängig; denn eine Änderung der Nacheichspannung ist damit nicht verbunden. Es genügt, auf die Eichfrequenz (1 MHz) abzustimmen und dann die Regler für „0 db" Ausschlag einzustellen. Wenn sich der Ausschlag bald darauf verändert oder ganz zurückgeht, so hat dies, wie eben erläutert, auf die Genauigkeit der Eichungen keinen Einfluß. Man braucht nur an der Frequenzskala die Abstimmung zu korrigieren, dann ergibt sich wieder der gleiche Eichausschlag.

3.4. Eingangswiderstand

Der Eingangswiderstand des Gerätes kann den bis 30 MHz allgemein üblichen Meßobjekt-Ausgangswiderständen und Kabel-Wellenwiderständen angepaßt werden. Mit dem Schalterknopf über der Eingangsbuchse sind die Werte 50 Ω, 60 Ω, 75 Ω, 150 Ω und 600 Ω wählbar. In der letzten Schaltstellung ist kein Widerstand eingeschaltet. Der hier angegebene Wert „500 kΩ || 20 pF" ist der Eingangswiderstand der ersten Verstärkerstufe; der Wert bezieht sich auf die Stellung „x 1/+0 db" des Schalters „Anzeige". In der Stellung „x 100/+40 db" ist der Eingangswiderstand um ein Vielfaches größer; die Eingangskapazität beträgt dabei etwa 10 pF.

3.5. ZF-Bandbreite 500 Hz bei f ≧ 10 kHz oder 5 kHz bei f ≧ 100 kHz

Die Wahl der ZF-Bandbreite richtet sich nach dem geforderten Auflösungsvermögen. Wenn am Eingang des Gerätes nur **eine** Frequenz vorhanden ist, so wird man vorzugsweise die ZF-Bandbreite „5 kHz" wählen, da hiermit auch bei den höchsten Frequenzen (30 MHz) ein bequemes Abstimmen möglich ist. Handelt es sich dagegen um ein Frequenzgemisch mit mehreren sehr benachbarten Frequenzen oder um eine amplitudenmodulierte Spannung, wobei die Amplituden des Trägers und der einzelnen Seitenbandfrequenzen zu messen sind, so kann nur mit der ZF-Bandbreite „500 Hz" ein ausreichendes Auflösungsvermögen erreicht werden. Dabei muß man beim Messen einer frequenzmodulierten Spannung (z.B. Träger mit Brumm-Modulation) allerdings berücksichtigen, daß die Anzeige sowohl von der Größe als auch von der Frequenz des Hubes abhängig ist. Die Anzeigeverringerung (gegenüber der Anzeige bei unmoduliertem Träger) macht sich natürlich bei 500 Hz ZF-Bandbreite besonders stark bemerkbar, da der Durchlaßbereich des Schmalbandfilters insbesondere bei einem größeren Hub nur entsprechend kurzzeitig durchlaufen wird, so daß also auch nur entsprechend schmale Impulse zur Anzeige gelangen.

Beim Abstimmen auf Frequenzen von 1 bis 30 MHz bei 500 Hz ZF-Bandbreite muß man berücksichtigen, daß der eingebaute Abstimm-Oszillator die außergewöhnlich hohe Frequenzkonstanz von ±0,0001 % bis ±0,00007 % aufweisen muß, wenn die Instrumentanzeige nach erfolgter Resonanzabstimmung stehenbleiben soll. Verständlicherweise ist eine so hohe Frequenzkonstanz von einem von 41 bis 70 MHz abstimmbaren Oszillator trotz sorgfältiger Stabilisierung der Betriebsspannungen und Auswahl hochwertigster Bauelemente nur kurzzeitig zu erreichen. Selbst bei relativ konstanter Netzspannung muß damit gerechnet werden, daß sich die Frequenz während einer kurzen Zeitspanne um etwa 0,0001 % erhöht oder erniedrigt. Bezogen auf 70 MHz Oszillatorfre-

quenz (für 30 MHz Eingangsfrequenz) entspricht dies einer Frequenzwanderung von etwa 70 Hz, wobei also die Anzeige um mehrere % weglaufen kann.

Eine nahezu ebenso hohe Konstanz (rund ±0,0001 %) wird natürlich auch von der Frequenz der zu messenden Spannung verlangt, wenn bei 500 Hz Bandbreite gemessen wird und die Abstimmung stehen bleiben soll. Dieser Forderung entsprechen aber selbst hochwertige Meßsender nicht immer. Dieser Umstand spielt auch nur eine untergeordnete Rolle, da er die Einsatzmöglichkeiten des USVH nicht einschränkt. Man braucht ja nur die Abstimmung langsam durchzudrehen und den dabei maximal erreichbaren Instrumentausschlag abzulesen, um den Meßwert zu erhalten.

3.6. Feinverstimmung (Schmalband)

Der mit „Feinverstimmung (Schmalband)" bezeichnete Knopf ist nur bei 500 Hz ZF-Bandbreite wirksam. Mit diesem Knopf kann man die an der großen Frequenzskala ausgeführte Abstimmung um ±2,5 kHz verstimmen. Vorher muß aber die Nullstellung dieses Knopfes berichtigt werden. Hierzu sind folgende Einstellungen vorzunehmen:

a) Frequenzbereichschalter auf „300 kHz...1 MHz";
b) Meßbereichschalter auf „Nacheichen (1 MHz)";
c) Schalter „ZF-Bandbreite" auf „5 kHz";
d) Schalter „Skalendehnung" auf „ohne";
e) Knopf „Feinverstimmung (Schmalband)" auf „0 kHz";
f) Frequenzskala bei 1000 kHz für Instrument-Höchstausschlag abstimmen;
g) Schalter „ZF-Bandbreite" auf „500 Hz" umschalten;
h) kleinen Knopf „Nullstellung" so einstellen, daß Instrument wieder maximalen Ausschlag zeigt.

Aufgrund der Selektionskurve des 5-kHz-Filters, das hier dem 500-Hz-ZF-Filter vorgeschaltet ist, tritt bei Feinverstimmung ein zusätzlicher Anzeigefehler auf. Dieser beträgt bei 1 kHz Verstimmung etwa -0,6 db und bei 2 kHz Verstimmung etwa -2 db.

3.7. Ausgang „Hörer"

An den mit „Hörer" bezeichneten Buchsen kann ein hochohmiger Kopfhörer angeschlossen werden zum Abhören der Modulation der zu messenden Spannung. Verständlicherweise werden nur die der jeweils eingestellten ZF-Bandbreite entsprechenden Tonfrequenzen übertragen. Zur stetigen Regelung der NF-Ausgangsspannung (Lautstärke) dient der über den Buchsen angeordnete Knopf. Durch die Abhörbarkeit der Modulation werden viele Messungen erleichtert. So läßt sich aus einem Frequenzgemisch die gewünschte Frequenz leichter herausfinden; oder wenn das Gerät zum Beispiel als Nullindikator einer Hochfrequenz-Meßbrücke verwendet wird, ist das Abgleichen auf Lautstärkeminimum bequemer als die Beobachtung des Zeigerausschlages.

3.8. Kabelverbindung zwischen USVH und Meßobjekt

Insbesondere bei höheren Frequenzen verwende man zwischen USVH und Meßobjekt ein gut geschirmtes Steckerkabel, dessen Wellenwiderstand möglichst gleich dem gewählten Eingangswiderstand des USVH ist; denn bei stärker abweichendem Wellenwiderstand könnte das Kabel eine Spannungstransformation verursachen, d. h., die am USVH-Eingang auftretende Spannung könnte höher oder niedriger sein als die am Meßobjekt-Ausgang bestehende. Geeignete koaxiale Kabel mit Stecker (Normlängen 50 cm und 100 cm) können von ROHDE & SCHWARZ bezogen werden.

Beim Messen sehr kleiner Spannungen muß man zusätzlich darauf achten, daß auch der übrige Meßaufbau (z. B. Sender → Verbindungskabel → Meßobjekt) gut abgeschirmt ist. Andernfalls könnte an irgend

einer Stelle des Meßaufbaues z.B. durch das Feld eines Rundfunksenders eine Störspannung induziert und mit der zu messenden Spannung verwechselt werden. Im Zweifelsfall schalte man die Spannungsquelle (n) des Meßaufbaues ab und überzeuge sich, ob innerhalb des in Betracht kommenden Frequenzbereiches auch tatsächlich kein abstimmbarer Instrumentausschlag auftritt.

3.9. Messungen

3.9.1. Absolute Spannungs- und Pegelmessungen

Beim Messen des Absolutwertes einer Spannung oder eines Pegels muß der Schalter „Skalendehnung" immer auf „ohne" gestellt sein. Mit dem neunstufigen Meßbereichschalter und dem zweistufigen Schalter „Anzeige" werden die in Tabelle 1 angegebenen Spannungs- und Pegelmeßbereiche erfaßt. In den Spannungsmeßbereichen 1 µV, 10 µV, 100 µV usw. wird auf der von 0...10 V geeichten Skala abgelesen, in den Bereichen 3 µV, 30 µV, 300 µV usw. auf der von 0...3 V geeichten.

Durch die Aufteilung der Meßbereichumschaltung wäre es an sich möglich, zum Beispiel den Meßbereich 30...100 µV dadurch herzustellen, daß man den neunstufigen Schalter auf „1 µV" und den Schalter „Anzeige" auf „x 100" stellt. Diese Bereichwahl wäre aber nicht günstig. Mit Rücksicht auf die unvermeidliche Eigen-Rauschspannung des Gerätes sollte man am neunstufigen Bereichschalter immer erst den größtmöglichen Bereich wählen und den Schalter „Anzeige" nur dann von „x 1" auf „x 100" umstellen, wenn die Eingangsspannung über 10 mV liegt.

Die von -20...+2 db geeichte Skala gilt für alle dreizehn db-Bereiche. Der Meßwert in Dezibel ist jeweils die Summe von Schalter-db-Werten und Skalen-db-Wert. Ergibt sich zum Beispiel ein Zeigerausschlag von

Tabelle 1, gilt für ZF-Bandbreite 500 Hz

Frequenzbereich	Meßbereich	Schalter „Anzeige" auf	Bereichschalter auf
10 kHz...30 MHz	0... -20 db 1000... 300 mV	+ 40 db x 100	-40 db 10 mV
	-10... -30 db 300... 100 mV		-50 db 3 mV
	-20... -40 db 100... 30 mV		-60 db 1 mV
	-30... -50 db 30... 10 mV		-70 db 300 µV
	-40... -60 db 10... 3 mV	+ 0 db x 1	-40 db 10 mV
	-50... -70 db 3... 1 mV		-50 db 3 mV
	-60... -80 db 1... 0,3 mV		-60 db 1 mV
	-70... -90 db 300... 100 µV		-70 db 300 µV
	-80...-100 db 100... 30 µV		-80 db 100 µV
20 kHz...30 MHz	-90...-110 db 30... 10 µV		-90 db 30 µV
	-100...-120 db 10... 3 µV		-100 db 10 µV
30 kHz...30 MHz	-110...-130 db 3... 1 µV		-110 db 3 µV
	-120...-134 db 1... 0,2 µV		-120 db 1 µV

In den Frequenzbereichen 100 kHz...30 MHz und bei ZF-Bandbreite 5 kHz kann in allen 13 Meßbereichen gemessen werden.

-5 db, während der neunstufige Schalter auf „-70 db" und der Schalter „Anzeige" auf „+40 db" stehen, so ist der

$$\text{Meßwert} = (-5) + (-70) + (+40) = -35 \text{ db}.$$

Bezüglich der Bereichwahl mit Rücksicht auf die besonders im empfindlichsten Bereich merkbare Eigen-Rauschspannung gilt hier dasselbe wie für die Spannungsmessung. Man wird also zum Beispiel den Meßbereich -100...-80 db nicht etwa dadurch herstellen, daß man den neunstufigen Schalter auf „-120 db" und den Schalter „Anzeige" auf „+40 db" einstellt, sondern wird die Bereichwahl möglichst so treffen, wie in der Tabelle 1 angegeben.

3.9.2. Relativmessungen bei gedehntem Anzeigebereich 7...10

Bei Frequenzgangmessungen zum Beispiel ist die Kenntnis des absoluten Spannungs- oder Pegelwertes nur von nebensächlicher Bedeutung; denn hierbei ist in erster Linie festzustellen, um welchen relativen Betrag die Meßobjekt-Ausgangsspannung beim Ändern der Frequenz schwankt. Diese Schwankungen sind im Durchlaßbereich von Filtern oft so klein, daß sie an einer normal verlaufenden Instrumentskala mit dem üblichen Meßumfang von 1...10 nicht mehr bequem ablesbar sind. Deshalb ist das Instrument dieses Gerätes neben seinen drei normalen Skalen mit einer gedehnten, von 7...10 geeichten Skala versehen.

Diese relativ geeichte Skala gilt, wenn der Schalter „Skalendehnung" auf „mit" gestellt ist. Der Wert „10" dieser Skala entspricht dem Ausschlag „10" bzw. „3,16" der ungedehnten V-Skala. Welchen Ausschlag (7...10) man bei der Messung als Bezugspunkt wählt, hängt vom Verlauf der Frequenzgangkurve ab. Handelt es sich z.B. um eine abfallende Kurve, so wählt man den Ausschlag „10" als Bezugspunkt (Ausgangspunkt). Der gewünschte Bezugspunktausschlag wird hergestellt durch Wählen eines der Meßspannung entsprechenden Meßbereiches am USVH und durch geringes Ändern der Meßobjekt-Eingangsspannung am Meßsender.

Wünscht man z.B. eine Meßobjekt-Ausgangsspannung von rund 5 mV, so stellt man am USVH den Meßbereichschalter auf „3 mV" und den Schalter „Anzeige" auf „x 1". Dann regelt man die Ausgangsspannung des Meßsenders so weit zurück, bis das USVH-Instrument „10" anzeigt. Kleine Änderungen der Bezugspunkteinstellung (<±3 db) kann man auch am USVH mit dem Regler „Eichen I" einstellen. Man muß hierbei nur bedenken, daß dann das Gerät für eine Absolutmessung wieder (nach Abschnitt 3.3.) nachgeeicht werden muß.

3.9.3. Klirrfaktormessungen

Oberwellen eines Oszillators können je nach dessen Verwendungszweck erwünscht oder unerwünscht sein. Im ersten Fall werden die Oberwellen durch geeignete Schaltungen (z.B. Verzerrer) bewußt erzeugt, im zweiten Fall wird mitunter ein kostspieliger Aufwand an Material oder Arbeitszeit getrieben, die Oberwellen möglichst zu vermeiden oder durch geeignete Schaltungen (z.B. Tiefpaßfilter) zu unterdrücken. In beiden Fällen besteht also die Forderung, das Verhältnis zwischen Grundwelle und Oberwellen messen zu können. Gleichermaßen von Bedeutung ist die Klirrfaktormessung beim Bau und bei der Reparatur von Breitbandverstärkern, besonders bei denen von Trägerfrequenzanlagen, wo oft die spektrale Zusammensetzung eines umfangreichen Frequenzgemisches zu untersuchen ist.

Für diese Meßaufgaben ist das USVH wegen seiner hohen Empfindlichkeit und guten Trennschärfe vorzüglich geeignet. Man kann mit ihm auch an solchen Meßobjekten den Klirrfaktor messen, denen (mit Rücksicht auf die bei höherer Eingangsspannung stark zunehmenden Eigenverzerrungen) nur eine relativ kleine Spannung zugeführt werden darf.

Nach der allgemein gültigen Definition des Klirrfaktors (Einton-Meßverfahren) werden die Amplitude A_0 der Grundwelle und die Amplituden A_1, A_2, A_3 usw. der Oberwellen nacheinander gemessen und der Klirr-

faktor (in %) aus

$$k = \frac{\sqrt{A_1^2 + A_2^2 + A_3^2 \ldots}}{\sqrt{A_0^2 + A_1^2 + A_2^2 + A_3^2 \ldots}} \cdot 100$$

errechnet. Ebenso vorteilhaft anwendbar ist das USVH zur Klirrfaktormessung nach dem Doppelton- oder Differenztonverfahren. Hierbei werden, wie Bild 2 zeigt, zwei gleich große Spannungen mit den sehr benachbarten Frequenzen f_1 und f_2 auf den Eingang des Meßobjektes gegeben und erzeugen in diesem außer den jeweiligen Oberwellen $2f_1$, $3f_1 \ldots$ und $2f_2$, $3f_2 \ldots$ auch eine Reihe von Summen- und Differenzfrequenzen f_1+f_2, f_1-f_2, $2f_1-f_2$ usw., deren Amplituden mit dem USVH getrennt gemessen werden können. Hält man die Amplituden U_{f_1} und U_{f_2} der Grundwellen gleich groß, so gilt für die Verzerrungsmessung folgende Definition: Der quadratische Differenztonfaktor ist

$$d_2 = \frac{U_{f_1 - f_2}}{U_{f_1} + U_{f_2}},$$

der kubische Differenztonfaktor ist

$$d_3 = \frac{U_{2f_1 - f_2}}{U_{f_1} + U_{f_2}} \qquad \text{oder} \qquad \frac{U_{2f_2 - f_1}}{U_{f_1} + U_{f_2}}$$

Meßtechnisch hat das Differenztonverfahren gegenüber dem Eintonverfahren drei wesentliche Vorteile: Erstens können die zu messenden Frequenzen im Übertragungsbereich liegen, zweitens ist das Verfahren unabhängig vom Eigenklirrfaktor der beiden Generatoren, und drittens entspricht es viel besser den tatsächlichen Betriebsverhältnissen. Bei der Frequenzwahl (f_1 und f_2) muß man jedoch darauf achten, daß nicht zufällig die Differenzfrequenzen verschiedener Ordnung zusammenfallen.

Zwischen Differenztonfaktor und Klirrfaktor kann bei Vernachlässigung der Glieder höherer Ordnung folgende feste Beziehung angegeben werden:

$$d_2 = k_2$$

$$d_3 = 1,5 \cdot k_3$$

Hierbei ist

$$k_2 = \frac{A_1}{\sqrt{A_0^2 + A_1^2 + A_2^2 \ldots}} \quad \text{und} \quad k_3 = \frac{A_2}{\sqrt{A_0^2 + A_1^2 + A_2^2 \ldots}}$$

Zur Messung eines besonders kleinen Klirrfaktors ($k < 0,1$ %), der mit dem USVH (wegen seines Eigenklirrfaktors) nicht mehr unmittelbar meßbar ist, kann man dem USVH-Eingang ein frequenzabhängiges RC-Netzwerk vorschalten, das die Grundwellenamplitude gegenüber den Oberwellenamplituden abschwächt. Diese Abschwächung wird erst gemessen und dann in Rechnung gesetzt. Auf die gleiche Weise läßt sich der Meßumfang für das Differenztonverfahren erweitern, wenn man die beiden Amplituden U_{f_1} und U_{f_2} gegenüber den Differenzfrequenzamplituden entsprechend abschwächt.

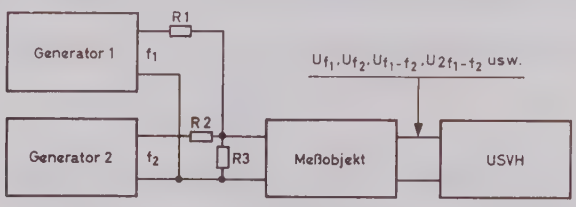


Bild 2. Meßanordnung zur Differenztonmessung

Auf verhältnismäßig einfache Weise läßt sich mit dem USVH auch der Modulationsklirrfaktor messen. Man mißt (siehe Bild 3) zum Beispiel an der unteren Seite des Trägers f_0 die Amplituden A_0, A_1, $A_2 \ldots$ und erhält den Modulationsklirrfaktor (in %) aus

$$k = \frac{\sqrt{A_1^2 + A_2^2 \ldots}}{\sqrt{A_0^2 + A_1^2 + A_2^2 \ldots}} \cdot 100$$

Für eine solche Messung ist die Feinverstimmungseinrichtung des USVH sehr vorteilhaft, da hiermit auch bei den hohen Frequenzen (bis 30 MHz) auf die einzelnen Seitenbandfrequenzen mühelos abgestimmt werden kann.

Zur besonderen Beachtung: Da das Gerät eingangsseitig breitbandig arbeitet und seine Meßbereiche zum Teil mit dem am Eingang liegenden Spannungsteiler „Anzeige/x 1/x 100" gewählt werden, muß man bei Klirrfaktormessungen beachten, daß das Gerät nicht übersteuert wird, denn hierbei könnte ein größerer Klirrfaktor gemessen werden, als das Meßobjekt in Wirklichkeit hat. Es gilt folgende Regel: Hat man beim Messen der Grundwellenamplitude die Stellung „Anzeige x 100" gewählt, so darf man für die Messung der Oberwellenamplituden zur Erhöhung der Meßempfindlichkeit nicht auf die Stellung „Anzeige x 1" umschalten, sondern muß die **Empfindlichkeit mit dem neunstufigen Bereichschalter erhöhen;** denn anderenfalls würde das Gerät durch die Grundwellenamplitude übersteuert.

Beim Messen eines etwa unter 1 % liegenden Klirrfaktors soll man darauf achten, daß an das Gitter der ersten Röhre (Rö1) keine höhere Spannung gelangt als etwa 1 mV, da anderenfalls der Eigenklirrfaktor des Gerätes nicht mehr genügend klein ist. Das heißt also, daß man nach Tabelle 1 in den Bereichen 1...3 mV und 3...10 mV sowie in den

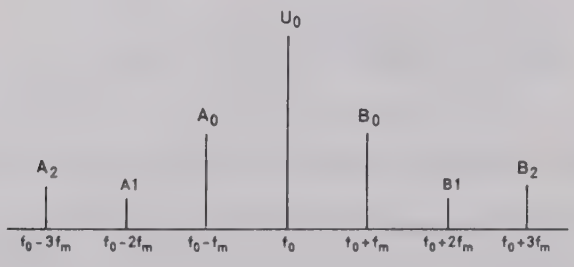


Bild 3. Zur Messung des Modulationsgrades und des Modulationsklirrfaktors

Bereichen 100...300 mV und 300...1000 mV nicht messen soll. Wenn die Amplitude der Grundwelle über etwa 1 mV liegt und ein Klirrfaktor

bis etwa 0,1 % herab noch einwandfrei meßbar sein soll, so empfiehlt es sich, dem USVH-Eingang einen frequenzunabhängigen Teiler vorzuschalten, der die gegebene Spannung auf etwa 1 mV herabsetzt. Dieser Teiler kann zum Beispiel gleichzeitig dazu dienen, eine beliebige Transformation des Wellenwiderstandes herzustellen. Noch günstiger ist es, wie in diesem Abschnitt bereits erwähnt, dem USVH-Eingang einen frequenzabhängigen Teiler (z. B. RC-Glied) vorzuschalten, um für die Klirrfaktormessung den Meßumfang zu erweitern. Hiermit sind Klirrfaktoren (Klirrdämpfungen) bis etwa 0,05 % (≈ 66 db), wie sie bei Trägerfrequenzanlagen zuweilen gefordert werden, noch gut meßbar.

3.9.4. Modulationsgradmessungen

Dank der guten Selektivität des Gerätes USVH ist es mit ihm ohne weiteres möglich, den Modulationsgrad einer amplitudenmodulierten Hochfrequenzspannung verhältnismäßig genau und auf einfache Weise zu messen. Die Messung beschränkt sich allerdings auf den Fall, daß der Träger mit einer einzigen Frequenz konstanter Amplitude moduliert ist. Gemessen werden (siehe Bild 3) die Trägeramplitude U_0 und die beiden Seitenbandamplituden A_0 und B_0. Damit erhält man den Modulationsgrad (in %) aus

$$m = \frac{A_0 + B_0}{U_0} \cdot 100$$

Auch bei dieser Messung kann mit dem Knopf „Feinverstimmung (Schmalband)" auf den Träger und die Seitenbandfrequenzen mühelos feinabgestimmt werden. Diese Feinverstimmungseinrichtung hat zudem den Vorteil, daß kleine Frequenzwanderungen des zu messenden Senders leicht verfolgt werden können. Wie im Abschnitt „1. Eigenschaften" angegeben, wird die Trägeramplitude bei 2 x 500 Hz Verstimmung um etwa 35 db geschwächt; das heißt also, daß die Modulationsfrequenz nicht unter etwa 1 kHz liegen soll, wenn man die Amplituden der Seitenbandfrequenz einwandfrei messen will.

3.9.5. Messen der Störstrahlung von Sendern und Empfängern

Das Mikrovoltmeter USVH kann grundsätzlich überall dort zur Messung von Störspannungen herangezogen werden, wo es sich um Dauerstrichsender handelt. Hierbei kann es sich also um Grund- und Oberwellen handeln, die zum Beispiel aus einem Meßsender über die Netz- und Modulations-Zuleitung als Störspannung oder durch die für Instrumente vorgesehenen Öffnungen des Metallgehäuses als Störfeldstärke austreten. Insbesondere bezüglich der Störstrahlung von Empfängern sind in den meisten Ländern Bestimmungen herausgegeben worden, wonach die vom eingebauten Überlagereroszillator herrührende und an den Empfängereingang zurückgelangende Spannung einen bestimmten Betrag nicht überschreiten darf.

Beim Messen einer Störspannung an einer aktiven Leitung (z.B. Netz- oder Modulationsleitung eines Meßsenders) muß man stets darauf achten, daß das USVH (mit Breitband-Eingang) durch die neben der Störspannung bestehende Nutzspannung nicht übersteuert wird. Es ist zum Beispiel unmöglich, eine über die Nutzzuleitung eines Meßsenders austretende Störspannung unmittelbar zu messen. In solchen Fällen ist es unbedingt erforderlich, dem USVH-Eingang ein geeignetes Hochpaßfilter (z.B. LC- oder RC-Glied) vorzuschalten, das die Nutzspannung (z.B. 220 V, 50 Hz) so weit herabsetzt, daß sie nicht wesentlich größer ist als die zu messende Störspannung. Dabei kann eine gleichzeitig für die Störspannung entstehende Spannungsteilung leicht ermittelt und bei der Messung berücksichtigt werden.

4. WIRKUNGSWEISE UND AUFBAU

Das Selektive Mikrovoltmeter Type USVH ist ein sehr empfindlicher Überlagerungsempfänger, dessen Ausgangsspannung durch ein Diodenvoltmeter angezeigt wird. In den drei Frequenzbereichen von 10 bis 1000 kHz arbeitet das Gerät mit einmaliger, in den anderen drei Bereichen von 1 bis 30 MHz mit zweimaliger Frequenzumsetzung. Eine weitere Frequenzumsetzung findet statt, wenn der ZF-Verstärker mit 500 Hz Bandbreite arbeitet.

Die grundsätzliche Wirkungsweise geht aus dem **Blockschaltbild** hervor. Zunächst sei die Arbeitsweise für die Frequenzbereiche 10...100 kHz, 100...300 kHz und 300...1000 kHz erläutert. Hier wird die zu messende Spannung durch die Röhre Rö1 vorverstärkt, durchläuft den Tiefpaß L1...L8, wird durch Rö2 abermals verstärkt und gelangt nach dem Tiefpaß L14...L18 an die Mischstufe Rö3I. In dieser wird die Eingangsfrequenz (10...1000 kHz) mit der vom Abstimm-Oszillator Rö10 gelieferten Frequenz (1660...2650 kHz) gemischt und so auf die Zwischenfrequenz 1650 kHz umgesetzt. Nach dieser Stufe ist die Arbeitsweise für alle sechs Frequenzbereiche gleich.

In den Frequenzbereichen 1...3 MHz, 3...10 MHz und 10...30 MHz geht die zu messende Spannung in gleicher Weise bis zur Stufe Rö2; hier wird aber die Eingangsfrequenz (1...30 MHz) mit der vom Abstimm-Oszillator Rö10 kommenden Frequenz (41...70 MHz) gemischt und auf 40 MHz umgesetzt. Hierbei ist im Anodenkreis von Rö2 nicht mehr der Tiefpaß L14...L18, sondern das 40-MHz-Bandfilter L10...L13 wirksam. Die 40-MHz-Frequenz gelangt an die Mischstufe Rö3I, wird in dieser mit der vom Quarz-Oszillator Rö3II erzeugten Frequenz (38,35 MHz) gemischt und ebenfalls auf die Zwischenfrequenz 1650 kHz umgesetzt. Hernach besteht, wie gesagt, kein Unterschied mehr, ob nun einer der drei unteren (10...1000 kHz) oder einer der drei oberen (1...30 MHz) Frequenzbereiche eingeschaltet ist.

Es folgen nun das 1650-kHz-Bandfilter L21–L22 und die Röhre Ro4. Nach dieser erfolgt durch L23 eine Widerstandstransformation auf 60 Ω herab, damit der hier eingefügte, für die Meßbereichumschaltung bestimmte 8 x 10-db-Teiler mit relativ niederohmigen Widerständen ausgeführt sein kann. Hierauf wird die Spannung durch L24 wieder hinauftransformiert, durch Rö5 verstärkt und nach dem 1650-kHz-Bandfilter L25...L28 auf die Röhre Rö6 gegeben. Von hier ab kann die ZF-Bandbreite wahlweise auf 5 kHz oder auf 500 Hz eingeengt werden. Bei 5 kHz Bandbreite arbeitet Rö6 als Verstärker, wobei vor und nach der nächsten ZF-Röhre Rö7 die beiden 1650-kHz-Bandfilter L31-L32 und L37-L38 wirksam sind. Bei 500 Hz Bandbreite arbeitet Rö6 als Mischröhre. Hierbei wird die von Rö5 kommende 1650-kHz-Frequenz mit der vom Oszillator Rö11I gelieferten 1600-kHz-Frequenz gemischt und so auf 50 kHz umgesetzt, wobei nachfolgend die beiden ZF-Bandfilter L33...L36 und L39-L40 wirksam sind. Die sich anschließende Röhre Rö8I ist als Katodenverstärker geschaltet; sie dient nur als Impedanzwandler zwischen dem letzten ZF-Filterpaar und dem relativ niederohmigen Diodenvoltmeter mit Meßgleichrichter Gl 2 und Drehspulstrommesser I1.

Die 13 Spannungs- bzw. Pegelmeßbereiche 1 µV bis 1 V bzw.-120 db bis 0 db sind einerseits durch den am Eingang liegenden C-Teiler C2-C3, andererseits durch den im ZF-Verstärker eingefügten 8 x 10-db-Teiler herstellbar. Bei ungeteilter Eingangsspannung sind mit dem 8 x 10-db-Teiler die Bereiche von 1 µV bis 10 mV bzw. von -120 db bis -40 db einstellbar. Durch Einschalten des Eingangsteilers können diese Bereiche um das 100fache bzw. um 40 db nach oben erweitert werden.

Mit dem am Eingang liegenden umschaltbaren Widerstand kann der Eingangswiderstand des USVH dem Ausgangswiderstand der zu messenden Spannungsquelle angepaßt werden. Es sind die Eingangswiderstände 50 Ω, 60 Ω, 75 Ω, 150 Ω und 600 Ω wählbar. In der letzten Stufe des

Umschalters ist kein Widerstand eingeschaltet; hier ist nur der Eingangswiderstand der ersten Verstärkerstufe wirksam. Die Eingangskapazität beträgt etwa 20 pF; diese ist zwar in allen Stellungen des Umschalters vorhanden, sie kann aber in der Praxis nur bei R_E = 600 Ω und 500 kΩ von nennenswertem Einfluß sein.

Zum Abhören der Modulation der zu messenden Spannung wird die ZF-Spannung durch den Gleichrichter Gl 1 demoduliert und die NF-Spannung über die Trennröhre Rö8II an die Ausgangsbuchsen „Hörer" gegeben. Das Potentiometer R100 gestattet die stetige Regelung der NF-Ausgangsspannung.

Die anderen Einzelheiten der Schaltung gehen aus dem **Stromlauf** hervor. Der Schaltkontakt S4VIII zur Einschaltung der Anodenspannung des Quarz-Oszillators Rö3II für die Frequenzbereiche von 1 bis 30 MHz, die Kontakte S4V, S4VI und S4VII zur Umschaltung des Abstimm-Oszillators Rö10 vom Gitter der Röhre Rö2 auf das Gitter der Röhre Rö3I sind mit dem Frequenzbereichschalter S4I bis S4IV mechanisch gekuppelt und werden beim Übergang vom Frequenzbereich „300...1000 kHz" auf „1...3 MHz" umgeschaltet.

Die Umschaltung der ZF-Bandbreite von 5 kHz auf 500 Hz erfolgt mit den beiden gekuppelten Schaltern S5IB und S5IA. Mit dem ersten wird die Anodenspannung des 1600-kHz-Oszillators Rö11I eingeschaltet, mit dem Schalter S5IA (im Stromlauf rechts unten) wird das im ZF-Teil eingebaute Relais RsA zum Anziehen gebracht und damit über den Kontakt aI der Ausgang des Bandfilters L33...L36 auf das Gitter von Rö7 gegeben. Für die zwischen Rö7 und Rö8I liegenden Bandfilter mit L37-L38 und L39-L40 erfolgt keine Umschaltung.

Der nur bei 500 Hz Bandbreite eingeschaltete 1600-kHz-Oszillator Rö11I ist mit zwei Verstimmungs-Kondensatoren ausgerüstet. Einer davon, C175, dient zur Feinverstimmung um ±2,5 kHz (z.B. bei Modulationsgradmessungen), der andere, C174, dient zur Berichtigung der Null-

stellung von C175. Beide Kondensatoren sind an der Frontplatte bedienbar und mit „Feinverstimmung (Schmalband)" und „Nullstellung" bezeichnet.

Das Anzeigeinstrument I1 hat vier Skalen: die von 0...3 V und 0...10 V geeichten für Spannungsmessungen, die von -20...+2 db geeichte für Pegelmessungen und die von 7...10 geeichte (gedehnter Bereich) zur Messung kleiner relativer Spannungsunterschiede (0...3 db). Für die erste, zweite und dritte Skala muß der Schalter S6 auf „ohne Skalendehnung" gestellt sein, für die vierte auf „mit Skalendehnung". In diesem gedehnten Anzeigebereich ist der Gleichrichter Gl 2 mit einer dem Stabilisator Rö12 (am Regler R121) entnommenen Gleichspannung vorgespannt, so daß sich erst dann ein Instrumentausschlag ergibt, wenn die am Gleichrichter auftretende ZF-Spannung die Höhe der Vorspannung überschreitet. Hernach ist der Instrumentausschlag der ZF-Spannung proportional. Das Instrument arbeitet hierbei also mit unterdrücktem Nullpunkt. Die Vorspannung ist am Spannungsteiler R120-R121-R122 (im Stromlauf bei Rö12) so eingestellt, daß sich im gedehnten Bereich der Ausschlag „10" ergibt, wenn in den ungedehnten Spannungsmeßbereichen der Ausschlag „10" oder „3,16" auftritt.

Damit man die Verstärkung (Eichung) nach einer Alterung der Röhren oder nach anderen Einflüssen jederzeit ohne eine äußere Normalspannung auf einfache Weise berichtigen kann, sind der Nacheich-Oszillator Rö9I + Rö9II und die drei Eichregler R98 für Eichen I, R23 für Eichen II und R79 für Eichen III eingebaut. Bringt man den Meßbereichschalter S3IIR + S3IR des 8 x 10-db-Teilers in die Stellung „Nacheichen (1 MHz)", so wird der Schalter S3III geschlossen und damit der Nacheich-Oszillator eingeschaltet. Er liefert an den Eingang der ersten Verstärkerstufe Rö1 eine gut stabilisierte 1-MHz-Spannung von 7,75 mV, womit sich, wenn die Gesamtverstärkung dem Sollwert entspricht, ein Instrumentausschlag von 0 db ergibt. Weicht die Verstärkung in einer der vier Betriebsarten

A) Frequenzbereiche 100...1000 kHz mit Bandbreite 5 kHz

B) Frequenzbereiche 10...1000 kHz mit Bandbreite 500 Hz

C) Frequenzbereiche 1... 30 MHz mit Bandbreite 5 kHz

D) Frequenzbereiche 1... 30 MHz mit Bandbreite 500 Hz

vom Sollwert ab, so braucht man nur die entsprechenden Eichregler nachzustellen. Der Regler „Eichen I" (R98) beeinflußt die Verstärkung von Rö5; er wirkt also in allen vier Betriebsarten gleich. Der Regler „Eichen II" (R23) verändert die Verstärkung von Rö2, wenn diese in den Frequenzbereichen 10...1000 kHz als Verstärker arbeitet; er wirkt aber bei beiden Bandbreiten gleich, da er ja vor der dritten Mischstufe Rö6 liegt. In den Frequenzbereichen 1...30 MHz, wo Rö2 als Mischstufe arbeitet, hat dieser Regler R23 auf die Mischverstärkung von Rö2 nur einen ganz geringen Einfluß. Der Regler „Eichen III" (R79) verändert die Verstärkung von Rö7 im gesamten Frequenzbereich (10 kHz...30 MHz), er wirkt aber nur bei 500 Hz Bandbreite; bei 5 kHz Bandbreite ist er, da das Relais RsA abgefallen, durch den Kontakt aII kurzgeschlossen. Hiermit besteht also die Möglichkeit, das Gerät mit diesen drei an der Frontplatte bedienbaren Reglern so einzustellen, daß die Eichung in allen vier Betriebsarten gleichzeitig stimmt. Wie man hierbei der Reihe nach vorgeht, ist im Abschnitt 3.3. bereits erläutert.

Der Netzteil ist primärseitig für die vier Netzwechselspannungen 115 V, 125 V, 220 V und 235 V eingerichtet. Die kleine Glimmlampe Rl 1 ist in der Frontplatte über dem Netzschalter eingebaut und dient nur zur Überwachung des Einschaltzustandes. Zur Erzeugung der Anodenspannung dient der Gleichrichter Gl 5, zur Filterung das L-C-Glied L54-C186, und zur Stabilisierung dienen die vier Röhren Rö13-Rö14-Rö15-Rö12.

Hiervon sind Rö13-Rö14 die (parallelgeschalteten) vom gesamten Anodenstrom durchflossenen Stromregelröhren, Rö15 ist die Steuerröhre von Rö13-Rö14, und die hochkonstante Stabilisatorröhre Rö12 dient

zur Aufrechterhaltung der richtigen Bezugsgittervorspannung von Rö15.

Sinkt zum Beispiel die Netzspannung, so sinkt zunächst auch die (an C183 liegende) Anodenspannung (220 V) und damit die zwischen den Teilerwiderständen R127 und R126 abgezweigte Gitterspannung von Rö15, d.h., die Gittervorspannung dieser Röhre wird negativer. Dadurch wird ihr Innenwiderstand größer, der Spannungsabfall an ihrem Anodenwiderstand R133 kleiner und somit die Gitterspannungen der Stromregelröhren Rö13-Rö14 weniger negativ. Dadurch geht deren Innenwiderstand in dem Maße zurück, daß die Anodenspannung auf den ursprünglichen Wert ansteigt. Am Potentiometer R129 ist (vom Herstellerwerk) die Anodenspannung auf 220 V eingestellt. Zur Einstellung auf minimale Netzspannungsabhängigkeit dient R125.

Röhrenwechsel: Von den fünfzehn Röhren kann man **Rö1, Rö6, Rö7, Rö8, Rö9, Rö10, Rö11, Rö13, Rö14** und **Rö15** ohne weiteres durch neue Röhren gleicher Type ersetzen. Irgendwelche Trimmarbeiten sind hier nicht erforderlich.

Nach dem Auswechseln der Verstärker- bzw. Mischröhre **Rö2** muß man das vierkreisige 40-MHz-Bandfilter mit dem Trimmer C26 nachstimmen. Dieser Trimmer ist im Filter eingebaut und von unten (neben Rö2) zugänglich. Der Nachstimmvorgang ist ohne eine äußere Spannung möglich. Man braucht nur den Frequenzbereich „1...3 MHz" zu wählen, den Schalter „ZF-Bandbreite" auf „5 kHz" zu stellen, auf die Frequenz (1 MHz) des Nacheich-Oszillators abzustimmen und dann den Trimmer C26 für Instrument-Höchstausschlag abzugleichen.

Für den Abgleich nach dem Wechsel der Doppeltriode **Rö3** gilt grundsätzlich das für Rö2 Gesagte, nur daß hier das 40-MHz-Bandfilter mit dem Trimmer C32 nachgestimmt werden muß. Die Schlitzachse dieses Trimmers ist oben neben Rö3 von rückwärts zugänglich. Zudem muß nach dem Auswechseln dieser Röhre die Abstimmung des Schwingkreises L19-C51 des Quarz-Oszillators überprüft und nötigenfalls be-

richtigt werden. Die Abstimmung kann als richtig angesehen werden, wenn am Katodenwiderstand R26 eine Hochfrequenzspannung (38,35 MHz) von etwa 1,2 V auftritt. Dabei darf die Eingangskapazität des Spannungsmessers nicht größer sein als etwa 5 pF.

Nach dem Auswechseln der Röhre **Rö4** kann es ebenfalls notwendig sein, den Anodenkreis mit C67 nachzustimmen. Dieser Trimmer ist von unten neben Rö4 zugänglich. Hier kann man im Bereich „300...1000 kHz" oder „1...3 MHz" auf die Eichfrequenz abstimmen.

Die Auswechslung der Röhre **Rö5** kann eine Nachstimmung des Gitterkreises L24-C74 notwendig machen. Der Trimmer C74 ist von unten neben Rö5 abgleichbar. Auch hier kann zur Abstimmung der Bereich „300...1000 kHz" oder „1...3 MHz" gewählt werden.

Ersetzt man die Stabilisatorröhre **Rö12**, so kann sich, wenn deren Brennspannung von der der Erstbestückung abweicht, die vom Nacheich-Oszillator Rö9 erzeugte Eichspannung (7,75 mV) ändern. Es empfiehlt sich daher, die Eichung mit Hilfe eines äußeren Normalpegels nachzuprüfen. Hierzu wählt man zunächst den Pegelmeßbereich -20 bis 0 db, gibt dann einen 1-MHz-Normalpegel von 0 db auf den Eingang des Gerätes, stimmt genau ab und stellt den Regler Eichen I (R98) so ein, daß das Instrument 0 db anzeigt. Falls der Regelbereich von R98 nicht ausreicht, kann man die Gesamtverstärkung mit dem im Katodenzweig von Rö5 liegenden Regler R64 nachstellen.

Hierauf nimmt man den Normalpegel vom Eingang weg, schaltet den Meßbereichschalter auf „Nacheichen", stimmt wieder genau ab und regelt dann den Trimmer C141 (bei Rö9) so ein, daß das Instrument wieder 0 db anzeigt. Der Trimmer C141 ist von oben neben Rö9 zugänglich. Während dieser beiden Einstellungen empfiehlt es sich, den Frequenzbereich 300...1000 kHz und die ZF-Bandbreite 5 kHz zu wählen.

Nach dem Auswechseln der Stabilisatorröhre Rö12 wird es in der Regel auch notwendig sein, die für den gedehnten Anzeigebereich (7...10)

am Teiler R120-R121-R122 abgenommene Vorspannung des Gleichrichters Gl 2 nachzustellen. Hierzu erzeugt man am Instrument bei Schaltstellung „ohne Skalendehnung" auf irgend eine Weise (z. B. durch die Nacheichspannung von Rö9) den Ausschlag „10", schaltet dann auf „mit Skalendehnung" um und regelt R121 so ein, daß das Instrument im gedehnten Anzeigebereich „10" anzeigt.

Berichtigung der Frequenzeichung: Sollte sich nach einer längeren Betriebszeit eine Änderung der Frequenzeichung des Abstimm-Oszillators Rö10 ergeben haben, so kann man sie, wenn ein genau frequenzgeeichter Sender oder ein aktiver Frequenzmesser zur Verfügung steht, wie folgt berichtigen:

1. Bereich:	bei	100	kHz	mit C160 trimmen
	bei	10	kHz	mit C166 trimmen
2. Bereich:	bei	300	kHz	mit C159 trimmen
	bei	100	kHz	mit C165 trimmen
3. Bereich:	bei	1000	kHz	mit C158 trimmen
	bei	300	kHz	mit L49 trimmen
4. Bereich:	bei	3	MHz	mit C156 trimmen
	bei	1	MHz	mit C164 trimmen
5. Bereich:	bei	10	MHz	mit C155 trimmen
	bei	3	MHz	mit C163 trimmen
6. Bereich:	bei	30	MHz	C157 verändern
	bei	10	MHz	mit C162 trimmen

(Kennzeichen nach Stromlauf)

Kenn-zei-chen	Benennung	Wert	R&S-Sach-Nr.
C1	Kf-Kondensator	1000 pF/500 V	CKS 1000/500
C2	Ker. Rohrtrimmer	3 pF	CV 7203/1
C3	Keramik-Kondensator	180 pF	CCH 68/180
C4	Keramik-Kondensator	1 pF	CCG 21/1
C5	Papier-Kondensator	50 000 pF/250 V	CPK 50 000/250
C6	Elko Papier-Kondensator	10 µF/15 V 10 000 pF/250 V	CED 21/10/15 CPK 10 000/250 parallel
C7	Papier-Kondensator	10 000 pF/250 V	CPK 10 000/250
C8	Papier-Kondensator Kf-Kondensator	25 000 pF/630 V 2500 pF/500 V	CPK 25 000/630 CKS 2500/500 parallel
C9	Ker. Df-Kondensator	5000 pF/500 V	CFR 1/5000/500
C10	Ker. Df-Kondensator	5000 pF/500 V	CFR 1/5000/500
C11	Papier-Kondensator	25 000 pF/250 V	CPK 25 000/250
C13	Ker. Rohrtrimmer	1...6 pF	CV 7205
C14	Ker. Rohrtrimmer	1...6 pF	CV 7205
C15	Ker. Rohrtrimmer Keramik-Kondensator	1...6 pF 10 pF	CV 7205 CCG 68/10 parallel
C16	Ker. Rohrtrimmer	1...6 pF	CV 7205
C20	Ker. Rohrtrimmer	3 pF	CV 7203/1
C21	Elko Papier-Kondensator	10 µF/15 V 10 000 pF/250 V	CED 21/10/15 CPK 10 000/250 parallel
C22	Papier-Kondensator	10 000 pF/250 V	CPK 10 000/250
C23	Ker. Df-Kondensator	50 000 pF/630 V	CPK 50 000/630
C24	Ker. Df-Kondensator	5000 pF/500 V	CFR 1/5000/500
C25	Ker. Df-Kondensator	5000 pF/500 V	CFR 1/5000/500
C26	Keramik-Kondensator Ker. Rohrtrimmer	12 pF 1...6 pF	CCH 31/12 CV 7205 parallel
C27	Keramik-Kondensator	0,5 pF	CCG 11/0,5

Kenn-zei-chen	Benennung	Wert	R&S-Sach-Nr.
C28	Keramik-Kondensator Ker. Rohrtrimmer	12 pF 1...6 pF	CCH 31/12 CV 7205 parallel
C29	Keramik-Kondensator Ker. Rohrtrimmer	0,5 pF 0,5...2 pF	CCG 11/0,5 CV 7202 parallel
C30	Keramik-Kondensator Keramik-Kondensator Ker. Rohrtrimmer	18 pF 2 pF 1...6 pF	CCH 31/18 CCG 41/2 CV 7205 parallel
C31	Keramik-Kondensator	0,5 pF	CCG 11/0,5
C32	Keramik-Kondensator Keramik-Kondensator Ker. Rohrtrimmer	18 pF 2 pF 1...6 pF	CCH 31/18 CCG 41/2 CV 7205 parallel
C35	Keramik-Kondensator	39 pF	CCH 31/39
C36	Papier-Kondensator	100 000 pF/400 V	CPK 100 000/400
C37	Keramik-Kondensator Scheibentrimmer	33 pF 10...60 pF	CCH 31/33 CV 944 parallel
C38	Keramik-Kondensator Scheibentrimmer	56 pF 10...60 pF	CCH 31/56 CV 944 parallel
C39	Keramik-Kondensator Scheibentrimmer	100 pF 10...60 pF	CCH 31/100 CV 944 parallel
C40	Keramik-Kondensator Scheibentrimmer	100 pF 10...60 pF	CCH 31/100 CV 944 parallel
C41	Scheibentrimmer	10...60 pF	CV 944
C42	Keramik-Kondensator Scheibentrimmer	39 pF 10...60 pF	CCH 31/39 CV 944 parallel
C43	Keramik-Kondensator Scheibentrimmer	56 pF 10...60 pF	CCH 31/56 CV 944 parallel
C44	Scheibentrimmer	10...60 pF	CV 944
C45	Keramik-Kondensator	100 pF	CCH 31/100
C47	Keramik-Kondensator	270 pF	CCH 68/270
C48	Ker. Df-Kondensator	5000 pF/500 V	CFR 1/5000/500
C51	Lufttrimmer	4...29 pF	CV 8025
C52	Kf-Kondensator	2500 pF/250 V	CKS 2500/250
C53	Keramik-Kondensator	18 pF	CCG 68/18

Kenn-zei-chen	Benennung	Wert	R&S-Sach-Nr.
C54	Ker. Df-Kondensator	5000 pF/500 V	CFR 1/5000/500
C55	Kf-Kondensator	10 000 pF/250 V	CKS 10 000/250
C56	Keramik-Kondensator	3 pF	CCG 41/3
C57	Keramik-Kondensator	22 pF	CCH 31/22
C58	Ker. Df-Kondensator	5000 pF/500 V	CFR 1/5000/500
C59	Papier-Kondensator	50 000 pF/250 V	CPM 50 000/250
C61	Lufttrimmer Keramik-Kondensator Keramik-Kondensator	4...29 pF 100 pF 120 pF	CV 8025 CCH 32/100 CCH 32/120 parallel
C62	Ker. Rohrtrimmer	2 pF	CV 7202
C63	Lufttrimmer Keramik-Kondensator Keramik-Kondensator	4...29 pF 100 pF 120 pF	CV 8025 CCH 32/100 CCH 32/120 parallel
C64	Keramik-Kondensator	10...20 pF	CCG 68/10
C65	Ker. Df-Kondensator	5000 pF/500 V	CFR 1/5000/500
C66	Papier-Kondensator	10 000 pF/250 V	CPK 10 000/250
C67	Keramik-Kondensator Lufttrimmer	15 pF 4...29 pF	CCG 68/15 CV 8025 parallel
C68	Papier-Kondensator	10 000 pF/250 V	CPK 10 000/250
C69	Papier-Kondensator	10 000 pF/250 V	CPK 10 000/250
C73	Keramik-Kondensator	etwa 15 pF	CCH 11/15
C74	Keramik-Kondensator Lufttrimmer	15 pF 4...29 pF	CCH 31/15 CV 8025 parallel
C75	Papier-Kondensator	10 000 pF/250 V	CPK 10 000/250
C76	Ker. Df-Kondensator	5000 pF/500 V	CFR 1/5000/500
C77	Ker. Df-Kondensator	5000 pF/500 V	CFR 1/5000/500
C78	Papier-Kondensator	100 000 pF/250 V	CPK 100 000/250
C79	Ker. Df-Kondensator	5000 pF/500 V	CFR 1/5000/500
C80	Papier-Df-Kondens.	50 000 pF/300 V	CPD 50 000/300
C81	Papier-Kondensator	10 000 pF/250 V	CPM 10 000/250
C82	Papier-Kondensator	50 000 pF/250 V	CPM 50 000/250

Kenn-zei-chen	Benennung	Wert	R&S-Sach-Nr.
C83	Lufttrimmer	4...29 pF	CV 8025
	Keramik-Kondensator	100 pF	CCH 32/100
	Keramik-Kondensator	120 pF	CCH 32/120 parallel
C84	Ker. Rohrtrimmer	2 pF	CV 7202
C85	Lufttrimmer	4...29 pF	CV 8025
	Keramik-Kondensator	100 pF	CCH 32/100
	Keramik-Kondensator	120 pF	CCH 32/120 parallel
C86	Ker. Rohrtrimmer	2 pF	CV 7202
C87	Lufttrimmer	4...29 pF	CV 8025
	Keramik-Kondensator	100 pF	CCH 32/100
	Keramik-Kondensator	120 pF	CCH 32/120 parallel
C88	Ker. Rohrtrimmer	2 pF	CV 7202
C89	Lufttrimmer	4...29 pF	CV 8025
	Keramik-Kondensator	100 pF	CCH 32/100
	Keramik-Kondensator	120 pF	CCH 32/120 parallel
C90	Keramik-Kondensator	6 pF	CCG 41/6
C91	Ker. Rohrtrimmer	2 pF	CV 7202
C92	Papier-Kondensator	50 000 pF/250 V	CPM 50 000/250
C93	Papier-Df-Kondens.	50 000 pF/300 V	CPD 50 000/300
C94	Papier-Df-Kondens.	50 000 pF/300 V	CPD 50 000/300
C95	Papier-Kondensator	10 000 pF/250 V	CPM 10 000/250
C96	Papier-Kondensator	2500 pF/1000 V	CPK 2500/1000
C98	Lufttrimmer	4...29 pF	CV 8025
	Keramik-Kondensator	100 pF	CCH 32/100
	Keramik-Kondensator	120 pF	CCH 32/120 parallel
C99	Ker. Rohrtrimmer	2 pF	CV 7202
C100	Lufttrimmer	4...29 pF	CV 8025
	Keramik-Kondensator	100 pF	CCH 32/100
	Keramik-Kondensator	120 pF	CCH 32/120 parallel
C101	Keramik-Kondensator	220 pF	CCH 68/220
C102	Keramik-Kondensator	12 pF	CCH 31/12
	Ker. Rohrtrimmer	1...11 pF	CV 7210 parallel
C103	Kf-Kondensator	1000 pF/500 V	CKS 1000/500

Kenn-zei-chen	Benennung	Wert	R&S-Sach-Nr.
C104	Lufttrimmer	4...29 pF	CV 8025
C105	Kf-Kondensator	1000 pF/500 V	CKS 1000/500
C106	Scheibentrimmer	10...60 pF	CV 944
C107	Kf-Kondensator	1000 pF/500 V	CKS 1000/500
C108	Lufttrimmer	4...29 pF	CV 8025
C109	Kf-Kondensator	1000 pF/500 V	CKS 1000/500
C110	Papier-Kondensator	100 000 pF/250 V	CPK 100 000/250
C111	Ker. Df-Kondensator	5000 pF/500 V	CFR 1/5000/500
C112	Papier-Df-Kondens.	50 000 pF/300 V	CPD 50 000/300
C113	Papier-Df-Kondens.	50 000 pF/300 V	CPD 50 000/300
C114	Papier-Kondensator	2500 pF/1000 V	CPK 2500/1000
C115	Papier-Kondensator	10 000 pF/250 V	CPM 10 000/250
C116	Lufttrimmer Keramik-Kondensator Keramik-Kondensator	4...29 pF 100 pF 120 pF	CV 8025 CCH 32/100 CCH 32/120 parallel
C117	Ker. Rohrtrimmer	2 pF	CV 7202
C118	Lufttrimmer Keramik-Kondensator Keramik-Kondensator	4...29 pF 100 pF 120 pF	CV 8025 CCH 32/100 CCH 32/120 parallel
C119	Keramik-Kondensator	220 pF	CCH 68/220
C120	Papier-Df-Kondens.	50 000 pF/300 V	CPD 50 000/300
C121	Kf-Kondensator	1000 pF/500 V	CKS 1000/500
C122	Lufttrimmer	4...29 pF	CV 8025
C123	Kf-Kondensator	1000 pF/500 V	CKS 1000/500
C125	Papier-Df-Kondens.	50 000 pF/300 V	CPD 50 000/300
C126	Papier-Df-Kondens.	50 000 pF/300 V	CPD 50 000/300
C127	Papier-Df-Kondens.	50 000 pF/250 V	CPM 50 000/250
C128	Papier-Kondensator	10 000 pF/250 V	CPK 10 000/250
C129	Kf-Kondensator	1000 pF/500 V	CKS 1000/500
C130	Papier-Kondensator	100 000 pF/250 V	CPK 100 000/250

Kenn-zei-chen	Benennung	Wert	R&S-Sach-Nr.
C131	Papier-Kondensator	100 000 pF/250 V	CPK 100 000/250
C132	Ker. Df-Kondensator	10 000 pF/300 V	CPD 10 000/300
C133	Ker. Df-Kondensator	500 pF/500 V	CFR 1/500/500
C134	Papier-Kondensator	10 000 pF/500 V	CPM 10 000/500
C135	Papier-Kondensator	10 000 pF/250 V	CPK 10 000/250
C136	Papier-Kondensator	10 000 pF/250 V	CPK 10 000/250
C140	Keramik-Kondensator	56 pF	CCH 31/56
C141	Lufttrimmer	4...29 pF	CV 8025
C142	Keramik-Kondensator	3 pF	CCG 41/3
C143	Papier-Kondensator	2500 pF/1000 V	CPK 2500/1000
C144	Keramik-Kondensator Lufttrimmer	27 pF 4...29 pF	CCH 31/27 CV 8025 parallel
C145	Keramik-Kondensator	100 pF 180 pF	CCH 31/100 CCH 31/180 parallel
C146	Ker. Df-Kondensator	5000 pF/500 V	CFR 1/5000/500
C147	Ker. Df-Kondensator	5000 pF/500 V	CFR 1/5000/500
C148	Ker. Df-Kondensator	5000 pF/500 V	CFR 1/5000/500
C149	Ker. Df-Kondensator	5000 pF/500 V	CFR 1/5000/500
C150	Keramik-Kondensator	1000 pF	CCG 94/1000
C151	Keramik-Kondensator	5 pF	CCG 41/5
C152	Keramik-Kondensator	3 pF	CCG 41/3
C153	Keramik-Kondensator	1000 pF	CCG 94/1000
C154	Papier-Kondensator	10 000 pF/630 V	CPK 10 000/630
C155	Lufttrimmer	4...10 pF	CV 8006
C156	Lufttrimmer	4...10 pF	CV 8006
C157	Keramik-Kondensator	etwa 5 pF	CCG 68/5
C158	Lufttrimmer	4...29 pF	CV 8025
C159	Keramik-Kondensator Lufttrimmer	39 pF 4...29 pF	CCH 31/39 CV 8025 parallel
C160	Keramik-Kondensator Lufttrimmer	56 pF 4...29 pF	CCH 31/56 CV 8025 parallel

Kenn-zei-chen	Benennung	Wert	R&S-Sach-Nr.
C161	Drehkondensator		1521-9.6
C162	Keramik-Kondensator Lufttrimmer	47 pF 4...29 pF	CCH 31/47 CV 8025 parallel
C163	Lufttrimmer Keramik-Kondensator	4...10 pF 12 pF	CV 8006 CCG 68/12 parallel
C164	Keramik-Kondensator Lufttrimmer	10 pF 8 pF 4...10 pF	CCG 68/10 CCG 41/8 CV 8006 parallel
C165	Keramik-Kondensator Lufttrimmer	33 pF 4...29 pF	CCH 31/33 CV 8025 parallel
C166	Lufttrimmer	4...29 pF	CV 8025
C169	Ker. Df-Kondensator	5000 pF/500 V	CFR 1/5000/500
C170	Ker. Df-Kondensator	5000 pF/500 V	CFR 1/5000/500
C171	Ker. Df-Kondensator	5000 pF/500 V	CFR 1/5000/500
C172	Kf-Kondensator	200 pF/500 V 30 pF/500 V	CKD 2/200/500 CKD 2/30/500 parallel
C173	Keramik-Kondensator	2 pF	CCG 41/2
C174	Korrektions-Kondens.	3...13 pF	CV 52110
C175	Korrektions-Kondens.	2...4,5 pF	CV 52103
C176	Keramik-Kondensator	Trimmwert	CCG 68/..
C177	Papier-Kondensator	10 000 pF/250 V	CPM 10 000/250
C178	Keramik-Kondensator	18 pF	CCG 68/18
C179	Ker. Df-Kondensator	5000 pF/500 V	CFR 1/5000/500
C183	MP-Kondensator	4 µF/350 V	CMR 4/350
C184	Keramik-Kondensator	100 pF	CCH 68/100
C185	Keramik-Kondensator	100 pF	CCH 68/100
C186 C187	MP-Kondensator	8 µF/350 V 8 µF/350 V	CMR 8 + 8/350
C188	Papier-Kondensator	2500 pF/1000 V	CPK 2500/1000
C189	Papier-Kondensator	2500 pF/1000 V	CPK 2500/1000
D1	Df-Filter		DFP 13502

Kenn-zei-chen	Benennung	Wert	R&S-Sach-Nr.
Gl 1	Germanium-Diode		GK/OA 95
Gl 2	Germanium-Diode		GK/OA 95
Gl 5	Gleichrichter	2 x 360 V/100 mA	GN 19/720/100 M
Gl 6	Gleichrichter	30 V/250 mA	GNB 11/30/250 B
I1	Drehspulstrommesser	100 µA/2500 Ω	INS 30106 mit Skala nach 1521-15
K1	Hochfr.-Kabel		LKK 91600
K2	Kabel		1521-8.1
K3	Kabel		1521-8.2
K4	Kabel		1521-13
K5	Hochfr.-Kabel		LKK 92220
K6	Anschlußkabel		LKA 08031
K7	Hochfr.-Kabel		LKK 92220
L1	Tiefpaßspule		1521-5.2/2
L2	Tiefpaßspule		1521-5.3/2
L3	Tiefpaßspule		1521-5.4/2
L4	Tiefpaßspule		1521-5.4/2
L5	Tiefpaßspule		1521-5.5/2
L6	Tiefpaßspule		1521-5.6/2
L7	Tiefpaßspule		1521-5.7/2
L8	Tiefpaßspule		1521-5.9
L9	Entzerrerspule		1521-3.35
L10	Filterspule		1521-6.2
L11	Filterspule		1521-6.2
L12	Filterspule		1521-6.2
L13	Filterspule		1521-6.6
L14	Tiefpaßspule		1521-7.2

Kenn-zei-chen	Benennung	Wert	R&S-Sach-Nr.
L15	Tiefpaßspule		1521-7.3
L16	Tiefpaßspule		1521-7.3
L17	Tiefpaßspule		1521-7.2
L18	Tiefpaßspule		1521-7.2
L19	Keramikspule		MCC 0203/0,5
L21	ZF-Filterspule		1521-3.3.6
L22	ZF-Filterspule		1521-3.3.10
L23	ZF-Übertragerspule		1521-3.4.3
L24	ZF-Übertragerspule		1521-3.4.3
L25	ZF-Filterspule		1521-3.3.10
L26	ZF-Filterspule		1521-10.6.2
L27	ZF-Filterspule		1521-10.7.1
L28	ZF-Filterspule		1521-10.6.2
L29	Drossel		DUF 311/20
L31	ZF-Filterspule		1521-3.3.10
L32	ZF-Filterspule		1521-10.6.2
L33	ZF-Filterspule		1521-10.8.1
L34	ZF-Filterspule		1521-10.8.2
L35	ZF-Filterspule		1521-10.8.1
L36	ZF-Filterspule		1521-10.8.2
L37	ZF-Filterspule		1521-3.3.10
L38	ZF-Filterspule		1521-10.6.2
L39	ZF-Filterspule		1521-10.8.1
L40	ZF-Filterspule		1521-10.8.2
L41	Drossel		DUF 311/20
L42	Drossel		DUF 311/20
L43	Drossel		DUF 311/20
L44	Drossel		DUF 311/20
L46	Oszillatorspule		1521-3.5

Kenn-zei-chen	Benennung	Wert	R&S-Sach-Nr.
L47	Oszillatorspule		1521-9.4
L48	Oszillatorspule		1521-9.5
L49	Oszillatorspule		1521-9.2.3
L50	Oszillatorspule		1521-9.2.4
L51	Oszillatorspule		1521.9.2.4
L52	Oszillatorspule		1521-3.6
L54	Drossel		DB 125/2
L55	Drossel		DUF 411/200
L56	Drossel		DUF 411/200
L57	Drossel		enth. in 1521-4.7
Q1	Quarz		QA 21025/38350
R1	Schichtwiderstand	50 Ω ±1 %/0,5 W	WF 50/1/0,5
R2	Schichtwiderstand	60 Ω ±1 %/0,5 W	WF 60/1/0,5
R3	Schichtwiderstand	75 Ω ±1 %/0,5 W	WF 75/1/0,5
R4	Schichtwiderstand	150 Ω ±1 %/0,5 W	WF 150/1/0,5
R5	Schichtwiderstand	600 Ω ±1 %/0,5 W	WF 600/1/0,5
R6	Schichtwiderstand	500 kΩ/0,25 W	WF 500 k/0,25
R7	Schichtwiderstand	630 Ω ±1 %/0,5 W	WF 630/1/0,5
R8	Schichtwiderstand	50 Ω/0,25 W	WF 50/0,25
R9	Schichtwiderstand	10 kΩ/0,5 W	WF 10 k/0,5
R10	Schichtwiderstand	2 kΩ/0,5 W	WF 2 k/0,5
R11	Schichtwiderstand	600 Ω/0,5 W	WF 600/0,5
R12	Schichtwiderstand	50 Ω/0,25 W	WF 50/0,25
R13	Schichtwiderstand	600 Ω/0,25 W	WF 600/0,25
R14	Schichtwiderstand	300 Ω/0,5 W	WF 300/0,5
R15	Schichtwiderstand	10 kΩ/0,5 W	WF 10 k/0,5
R16	Schichtwiderstand	1,25 kΩ/0,5 W	WF 1,25 k/0,5
R17	Schichtwiderstand	1 kΩ/0,5 W	WF 1 k/0,5

Kenn-zei-chen	Benennung	Wert	R&S-Sach-Nr.
R18	Schichtwiderstand	1 kΩ/0,5 W	WF 1 k/0,5
R19	Schichtwiderstand	1,25 kΩ/0,25 W	WF 1,25 k/0,25
R20	Schichtwiderstand	3 kΩ/0,5 W	WF 3 k/0,5
R21	Schichtwiderstand	100 Ω/0,25 W	WF 100/0,25
R22	Schichtwiderstand	16 Ω/0,25 W	WF 16/0,25
R23	Draht-Drehwiderst.	500 Ω lin.	WR 4/500
R25	Schichtwiderstand	20 kΩ/0,25 W	WF 20 k/0,25
R26	Schichtwiderstand	200 Ω/0,5 W	WF 200/0,5
R27	Schichtwiderstand	100 Ω/0,25 W	WF 100/0,25
R28	Schichtwiderstand	100 kΩ/0,25 W	WF 100 k/0,25
R29	Schichtwiderstand	12,5 kΩ/0,5 W	WF 12,5 k/0,5
R31	Schichtwiderstand	1 kΩ/0,25 W	WF 1 k/0,25
R32	Schichtwiderstand	600 kΩ/0,25 W	WF 600 k/0,25
R33	Schichtwiderstand	300 Ω/0,5 W	WF 300/0,5
R34	Schichtwiderstand	100 kΩ/0,5 W	WF 100 k/0,5
R35	Schichtwiderstand	10 kΩ/0,5 W	WF 10 k/0,5
R41	Schichtwiderstand	115,6 Ω ±1 %/0,25 W	WF 115,6/1/0,25
R42	Schichtwiderstand	170,8 Ω ±1 %/0,25 W	WF 170,8/1/0,25
R43	Schichtwiderstand	115,6 Ω ±1 %/0,25 W	WF 115,6/1/0,25
R44	Schichtwiderstand	170,8 Ω ±1 %/0,25 W	WF 170,8/1/0,25
R45	Schichtwiderstand	115,6 Ω ±1 %/0,25 W	WF 115,6/1/0,25
R46	Schichtwiderstand	170,8 Ω ±1 %/0,25 W	WF 170,8/1/0,25
R47	Schichtwiderstand	115,6 Ω ±1 %/0,25 W	WF 115,6/1/0,25
R48	Schichtwiderstand	170,8 Ω ±1 %/0,25 W	WF 170,8/1/0,25
R49	Schichtwiderstand	115,6 Ω ±1 %/0,25 W	WF 115,6/1/0,25
R50	Schichtwiderstand	170,8 Ω ±1 %/0,25 W	WF 170,8/1/0,25
R51	Schichtwiderstand	115,6 Ω ±1 %/0,25 W	WF 115,6/1/0,25
R52	Schichtwiderstand	170,8 Ω ±1 %/0,25 W	WF 170,8/1/0,25
R53	Schichtwiderstand	115,6 Ω ±1 %/0,25 W	WF 115,6/1/0,25

Kenn-zei-chen	Benennung	Wert	R&S-Sach-Nr.
R54	Schichtwiderstand	170,8 Ω ±1 %/0,25 W	WF 170,8/1/0,25
R55	Schichtwiderstand	115,6 Ω ±1 %/0,25 W	WF 115,6/1/0,25
R56	Schichtwiderstand	170,8 Ω ±1 %/0,25 W	WF 170,8/1/0,25
R57	Schichtwiderstand	79,0 Ω ±1 %/0,25 W	WF 79,0/1/0,25
R61	Schichtwiderstand	20 Ω/0,25 W	WF 20/0,25
R62	Schichtwiderstand	600 kΩ/0,25 W	WF 600 k/0,25
R63	Schichtwiderstand	200 Ω/0,5 W	WF 200/0,5
R64	Draht-Drehwiderst.	1 kΩ lin.	WR 4 F/1 k
R65	Schichtwiderstand	30 kΩ/0,5 W	WF 30 k/0,5
R66	Schichtwiderstand	10 kΩ/1 W	WF 10 k/1
R67	Schichtwiderstand	80 kΩ/0,5 W	WF 80 k/0,5
R69	Schichtwiderstand	100 kΩ/0,25 W	WF 100 k/0,25
R70	Schichtwiderstand	200 Ω/0,5 W	WF 200/0,5
R71	Schichtwiderstand	20 kΩ/0,5 W	WF 20 k/0,5
R72	Schichtwiderstand	10 kΩ/1 W	WF 10 k/1
R75	Schichtwiderstand	1 kΩ/0,25 W	WF 1 k/0,25
R76	Schichtwiderstand	600 kΩ/0,25 W	WF 600 k/0,25
R77	Schichtwiderstand	300 Ω/0,5 W	WF 300/0,5
R78	Schichtwiderstand	30 kΩ/0,5 W	WF 30 k/0,5
R79	Draht-Drehwiderst.	1 kΩ lin.	WR 4/1 k
R80	Schichtwiderstand	10 kΩ/1 W	WF 10 k/1
R81	Schichtwiderstand	1 kΩ/0,25 W	WF 1 k/0,25
R82	Schichtwiderstand	600 kΩ/0,25 W	WF 600 k/0,25
R83	Schichtwiderstand	200 Ω/0,5 W	WF 200/0,5
R84	Schichtwiderstand	6 kΩ/0,5 W	WF 6 k/0,5
R85	Schichtwiderstand	2 kΩ/0,5 W	WF 2 k/0,5
R86	Schichtwiderstand	100 kΩ/0,25 W	WF 100 k/0,25
R87	Schichtwiderstand	2,5 kΩ/0,25 W	WF 2,5 k/0,25
R88	Schichtwiderstand	6 kΩ/0,5 W	WF 6 k/0,5

Kenn-zei-chen	Benennung	Wert	R&S-Sach-Nr.
R89	Schichtwiderstand	2,5 kΩ/0,5 W	WF 2,5 k/0,5
R90	Schichtwiderstand	100 kΩ/0,5 W	WF 100 k/0,5
R91	Schichtwiderstand	1 kΩ/0,5 W	WF 1 k/0,5
R92	Schichtwiderstand	6 kΩ/0,5 W	WF 6 k/0,5
R93	Schichtwiderstand	1 kΩ/0,5 W	WF 1 k/0,5
R95	Schichtwiderstand	1 kΩ/1 W	WF 1 k/1
R98	Draht-Drehwiderst.	500 Ω lin.	WR 4/500
R99	Schichtwiderstand	40 kΩ/0,5 W	WF 40 k/0,5
R100	Schicht-Drehwiderst.	500 kΩ log.	WS 7226/500 k
R101	Schichtwiderstand	etwa 50 kΩ/0,5 W	WF 50 k/0,5
R106	Schichtwiderstand	1 MΩ/0,25 W	WF 1 M/0,25
R107	Schichtwiderstand	5 kΩ/0,5 W	WF 5 k/0,5
R111	Schichtwiderstand	500 kΩ/0,25 W	WF 500 k/0,25
R112	Schichtwiderstand	etwa 10 kΩ/1 W	WF 10 k/1
R113	Schichtwiderstand	etwa 3 kΩ/1 W	WF 3 k/1
R114	Schichtwiderstand	etwa 6 kΩ/1 W	WF 6 k/1
R116	Schichtwiderstand	100 kΩ/0,25 W	WF 100 k/0,25
R117	Schichtwiderstand	10 kΩ/0,5 W	WF 10 k/0,5
R120	Schichtwiderstand	40 kΩ/0,5 W	WF 40 k/0,5
R121	Schicht-Drehwiderst.	5 kΩ lin.	WS 9122 F/5 k
R122	Schichtwiderstand	40 kΩ/0,5 W	WF 40 k/0,5
R123	Schichtwiderstand	400 kΩ/0,25 W	WF 400 k/0,25
R124	Schichtwiderstand	50 kΩ/0,5 W	WF 50 k/0,5
R125	Schicht-Drehwiderst.	10 kΩ lin.	WS 9122 F/10 k
R126	Schichtwiderstand	30 kΩ/0,5 W	WF 30 k/0,5
R127	Schichtwiderstand	100 kΩ/0,25 W	WF 100 k/0,25
R128	Schichtwiderstand	25 kΩ/0,5 W	WF 25 k/0,5
R129	Schicht-Drehwiderst.	10 kΩ lin.	WS 7122 F/10 k
R130	Schichtwiderstand	5 kΩ/0,5 W	WF 5 k/0,5

Kenn-zei-chen	Benennung	Wert	R&S-Sach-Nr.
R131	Schichtwiderstand	2 kΩ/0,5 W	WF 2 k/0,5
R132	Schichtwiderstand	20 kΩ/2 W	WF 20 k/2
R133	Schichtwiderstand	800 kΩ/0,25 W	WF 800 k/0,25
R134	Schichtwiderstand	200 kΩ/0,25 W	WF 200 k/0,25
R135	Schichtwiderstand	500 kΩ/0,25 W	WF 500 k/0,25
R136	Schichtwiderstand	50 Ω/0,5 W	WF 50/0,5
R137	Schichtwiderstand	100 kΩ/0,25 W	WF 100 k/0,25
R138	Schichtwiderstand	50 Ω/0,5 W	WF 50/0,5
RsA	Relais		RSS 120048
Rl1	Zwergglimmlampe	220 V	RL 210
Rö1	Pentode		E 180 F
Rö2	Pentode		EF 800
Rö3	Doppel-Triode		ECC 801 S
Rö4	Pentode		EF 800
Rö5	Pentode		EF 805 S
Rö6	Pentode		EF 800
Rö7	Pentode		EF 800
Rö8	Doppel-Triode		ECC 801 S
Rö9	Doppel-Triode		ECC 801 S
Rö10	Triode		EC 93
Rö11	Doppel-Triode		ECC 801 S
Rö12	Stabilisator		85 A 2
Rö13	End-Pentode		PL 81
Rö14	End-Pentode		PL 81
Rö15	Pentode		EF 806 S
S1	Kleinstufenschalter		SRW 14110

Kenn-zei-chen	Benennung	Wert	R&S-Sach-Nr.
S2	Kleinschalter		SR/1 SM 1
S3 I/II	Scheibenschalter		SRN 323/2/32
S3 III	Gabel-Kippschalter		SR 131/2
S4 I...IV	Kleinstufenschalter		1521-9.16
S4 V	Kleinschalter		SR/1 SM 1
S4 VI	Kleinschalter		SR/1 SM 1
S4 VII	Kleinschalter		SR/1 SM 1
S4 VIII	Kleinschalter		SR/1 SM 1
S5	Kleinstufenschalter		SRW 14120
S6	Dreh-Kippschalter		SR 113/3
S7	Spannungswähler		FD 60511
S8	Netzschalterkomb.		SKK 120
Si1	Schmelzeinsatz	400 mA	0,4 C DIN 41571 für 220...235 V
Tr1	Netztransformator		1521-12/2

Instruction Book

SELECTIVE MICROVOLTMETER

Type USVH BN 1521

Note: Always quote the Type and Order Number (BN) in addition to the Serial Number (FNr.) of the set when asking for technical information and, in particular, when ordering repair parts.

Edition R 8720/164 d/e

Printed in Western Germany

TABLE OF CONTENTS

1. **Specifications** 49

2. **Uses** 51

3. **Preparation for Use and Operating Instructions** 53

3.1. Adjusting to the Local AC Supply Voltage 53

3.2. Setting the Mechanical Zero on the Meter 53

3.3. Calibration 54

3.4. Input Impedance 56

3.5. IF Bandwidth 56

3.6. Fine Tuning (Narrow Band) 57

3.7. PHONES Output 58

3.8. Cable Connection between the Type USVH and Item under Test 58

3.9. Measurements 59

3.9.1. Absolute Voltage and Level Measurements 59

3.9.2. Relative Measurements with Expanded Range 7 to 10 60

3.9.3. Measurement of Harmonic Distortion 62

3.9.4. Measurement of Modulation Depth 65

3.9.5. Measurement of Interference from Oscillator and Receivers 66

4. **Description** 67

5. **Table of Replaceable Parts** 74

Front panel and condensed operating instructions 91

Block diagram 93

Circuit diagram 95

1. SPECIFICATIONS

Frequency range . . . . . 10 kc to 30 Mc

in 6 ranges . . . . . 10 to 100 kc 1 to 3 Mc
100 to 300 kc 3 to 10 Mc
300 to 1000 kc 10 to 30 Mc
(100 kc to 30 Mc at 5-kc IF bandwidth)

Frequency accuracy

10 kc to 1 Mc . . . . . ±2 % ±3 kc

1 Mc to 30 Mc . . . . . ±2 % ±50 kc

Incremental frequency control in narrow-band operation at 500-cps IF bandwidth . . . . . -2.5 to 0 to +2.5 kc

Voltage and level ranges . . . . . 0.2 µv to 1 v or -134 to +2 db

in 13 ranges, the frequency range being restricted

10 kc to 30 Mc	30 kc to 30 Mc	300 to 1000 mv or	-20 to +2 db
		100 to 300 mv	-30 to -8 db
		30 to 100 mv	-40 to -18 db
		10 to 30 mv	-50 to -28 db
		3 to 10 mv	-60 to -38 db
		1 to 3 mv	-70 to -48 db
		0.3 to 1 mv	-80 to -58 db
		100 to 300 µv	-90 to -68 db
		30 to 100 µv	-100 to -78 db
		10 to 30 µv	-110 to -88 db
		3 to 10 µv	-120 to -98 db
		1 to 3 µv	-130 to -108 db
		0.2 to 1 µv	-134 to -118 db

Scale expansion . . . . . relative calibration 7 to 10

Voltage accuracy at 1 Mc and 1 v . . ±3 %, after calibration

Frequency response referred to 1 Mc

20 kc to 10 Mc . . . . . ±5 %
10 kc to 30 Mc . . . . . ±10 %

Attenuation accuracy . . . . . ±2 %

IF bandwidth, selectable . . . . . 500 cps or 5 kc
(5 kc between 100 kc and 30 Mc only)

Image frequency rejection	better than 60 db	
Selectivity at twice the bandwidth from centre frequency		
at 500-cps IF bandwidth	down 35 db, approx.	
at 5-kc IF bandwidth	down 50 db, approx.	
Noise voltage at 500-cps IF bandwidth and tuning		
to a frequency higher than 50 kc	0.15 µv, approx.	with a generator output impedance of less than 1 kΩ
to a frequency lower than 50 kc	0.25 µv, approx.	
at 5 kc IF bandwidth	0.45 µv, approx.	
Input	13-mm coaxial socket	
Input impedance	50 Ω, 60 Ω, 75 Ω, 150 Ω, 600 Ω and 500 kΩ shunted by 20 pf; selected by switch	
AF output	2 telephone jacks	
Output impedance	6 kΩ, approx.	
Output voltage at full-scale deflection	1 v, approx.; at 30 % modulation	
Power supply	115/125/220/235 v ±10 % 47 to 63 cps (85 va)	
Valves, etc.	1 valve E 180 F 1 valve EC 93 4 valves ECC 801 S 4 valves EF 800 1 valve EF 805 S 1 valve EF 806 S 2 valves PL 81 1 reference tube 85 A 2 1 fuse 0.4 amp; 0,4 C DIN 41571 (for 220/235 v) 1 miniature glow lamp RL 210	
Dimensions	540 x 268 x 378 mm (R&S Standard Cabinet 57)	
Weight	30 kg	

2. USES

Exceptionally high sensitivity and selectivity make the Selective Microvoltmeter Type USVH useful for a great number of measurements for which up to now an instrument of similar type was either unsuitable or could be employed only in conjunction with auxiliary units. A few examples of possible applications are:

(a) Selective attenuation and frequency-response measurements of 4-terminal networks up to about 130 db. The Type USVH is particularly useful when only small voltages can be applied to the item under test.

Fig. 1 Front view of the Selective Microvoltmeter Type USVH

(b) Selective frequency-response measurements of amplifiers and filters in the pass band. An expanded scale calibrated 7 to 10 offers easy reading of very small output-voltage variations of the network under measurement.

(c) Measurement of RF distortion in LF, MF and HF signal generators. Although in comparison with attenuation measurements the range is narrowed down by the inherent distortion of the instrument, harmonic distortion is measurable down to 0.1 % or 60 db.

(d) Modulation depth measurement at carrier frequencies of 10 kc to 30 Mc and modulation frequencies above 1 kc. Measurement of the amplitude of the carrier and of the amplitudes of the sidebands enables the modulation depth in % to be calculated in a simple manner. See section 3.9.4. Here, a particular advantage is the incremental tuning facility, a separate scale permitting the tuning to be varied by ±2.5 kc for any carrier frequency. A modulation depth down to 10 % can be measured at a modulation frequency of 1 kc. At higher modulation frequencies smaller modulation depths are measurable.

(e) The modulation distortion can be determined by measuring the amplitudes of a sideband; see section 3.9.3. Modulation distortion is measurable down to 0.5 %.

(f) Measurement of inter-channel cross-talk attenuation in carrier-frequency systems.

(g) Testing of attenuators in signal generators down to 10 μv with an accuracy of ±2 %. Particularly in the short-wave range, these measurements have up to now been possible only by comparison with calibrated attenuators.

(h) Measurement of conversion transconductance directly at the anode of a mixer valve. The high selectivity of the Type USVH permits such measurements to be made even at a relatively high oscillator voltage and low signal voltage. The Type USVH gives correct reading of the amplitudes of the difference frequencies without requiring an input filter.

(i) RF leakage measurements on shieldings or RF chokes. Voltages down to fractions of one microvolt are easily detectable.

3. PREPARATION FOR USE AND OPERATING INSTRUCTIONS

3.1 Adjusting to the Local AC Supply Voltage

The Type USVH leaves our factory adjusted for operation from 220 v AC. For use on supply voltages of 115 v, 125 v, or 235 v, remove the chassis from its cabinet after loosening the cheese-head screws on the left and right-hand edges of the front panel. Insert a suitable fuse into the pair of clips provided on the fuse panel above the power transformer and marked with the given AC supply voltage. The 400-ma fuse used for 220 v is also suitable for 235 v. For 115 v and 125 v use a 800-ma fuse, 0,8 C DIN 41571. Place the instrument back into its cabinet, plug in the power cord, and put the toggle switch in the lower right of the front panel up for on. The miniature glow lamp above the on-off switch serves as a voltage indicator.

Note: The values given under "1. Specifications" for frequency accuracy, frequency response, etc. are obtained after a warming-up period of about one hour. Especially for measurements in the frequency ranges from 1 to 30 Mc at an IF bandwidth of 500 cps it is necessary to wait for good stability of the local oscillator Rö10; at 30 Mc, for example, the frequency stability must be about ±0.00007 % to avoid tuning drift.

3.2 Setting the Mechanical Zero on the Meter

With the instrument switched off, the pointer of the meter should be at its mechanical zero, i.e. the "0" mark of the voltage scales. The slotted shaft recessed in the meter housing enables correction to be made.

The zero can also be checked while the instrument is switched on. In this case, care must be taken to ensure that no signal or noise voltage is applied to the diode voltmeter. To set the mechanical zero while the instrument is switched on, put the range switch to "10 mv/-40 db",

IF BANDWIDTH switch to "500 CPS", and SCALE EXPANSION switch to WITHOUT.

3.3 Calibration
(see also front panel and condensed operating instructions)

Three calibrations must be made to ensure that calibration is correct in the four operating conditions:

(A) Frequency ranges 100 to 1000 kc with an IF bandwidth of 5 kc
(B) Frequency ranges 10 to 1000 kc with an IF bandwidth of 500 cps
(C) Frequency ranges 1 to 30 Mc with an IF bandwidth of 5 kc
(D) Frequency ranges 1 to 30 Mc with an IF bandwidth of 500 cps.

During calibration put the range switch to CALIBRATION (1 Mc) and the SCALE EXPANSION switch to WITHOUT.

Calibration I

(a) Put frequency range switch to "1 TO 3 MC";
(b) Put IF BANDWIDTH switch to "5 KC";
(c) Set cursor of frequency dial to the range marked red at 1 Mc and tune for maximum meter deflection;
(d) Vary CALIBRATION I knob until the pointer of the meter is at "0 db".

Calibration II

(a) Put frequency range switch to "300 KC TO 1 MC";
(b) Put IF BANDWIDTH switch to "5 KC";
(c) Set cursor of frequency dial to the range marked red at 1000 kc and tune for maximum meter deflection;
(d) Vary CALIBRATION II knob until the pointer of the meter is at "0 db".

Calibration III

(a) Frequency range switch remains at "300 KC TO 1 MC";

(b) IF BANDWIDTH switch remains at "5 KC";

(c) Tune for maximum meter deflection ("0 db" as in calibration II);

(d) Put IF BANDWIDTH switch to "500 CPS";

(e) Put FINE TUNING (NARROW BAND) knob to "0 KC";

(f) Adjust ZERO knob so that meter indicates again maximum deflection;

(g) Vary CALIBRATION III knob until meter pointer is at "0 db".

When the corresponding knob has to be turned through a very wide range, calibration II may somewhat influence the gain corrected by calibration I. It is therefore recommended that calibration I be checked after calibration II has been made. If necessary, the two calibrations must be repeated until the influence has become negligible. From time to time all three calibrations should be checked since they may change a little due to AC supply fluctuations.

Not always are all three calibrations necessary. When only operating condition A or C is used, calibration I is sufficient.

Note: When the instrument is calibrated shortly after switching on, the pointer of the meter will not remain at the calibration mark "0 db", but go back slowly. This is not due to any fault in the instrument but **only** to the unavoidable warming-up period of the local oscillator Rö10. To obtain stable calibration deflection in the range 1 to 3 Mc, this oscillator would have to have a frequency stability of ±0.0025 % for the 5-kc bandwidth and of ±0.0001 % for the 500-cps bandwidth. This short-term stability can only be expected after a warming-up period of about one hour. The calibration is not affected by this frequency drift occuring during warming up, since no variation of calibration voltage is involved. It is sufficient to tune for the calibration frequency, 1 Mc, and then to adjust the CALIBRATION control for a deflection of "0 db". When soon afterwards the deflection changes or goes back all the way,

this has no influence on the calibration accuracy. It is just necessary to correct the tuning at the frequency dial to obtain the original calibration deflection.

3.4 Input Impedance

The input impedance of the instrument can be matched to the usual values of output impedances of items to be measured and of characteristic impedances of cables. The switch over the input socket provides for selection of the values 50 Ω, 60 Ω, 75 Ω, 150 Ω, and 600 Ω. In the last switch position no resistor is switched in circuit. The impedance in this position is the input impedance of the first amplifier stage. In the position "x 1/+0 db" of the INDICATION switch, this input impedance is 500 kΩ in shunt with 20 pf. In the position "x 100/+40 db", it is much higher, the input capacitance being about 10 pf.

3.5 IF Bandwidth of 500 cps when f is greater than 10 kc or of 5 kc when f is greater than 100 kc

The choice of the IF bandwidth depends on the required resolution. When only one frequency is present at the input of the instrument it is preferable to choose the IF bandwidth "5 KC" which enables easy tuning even at the highest frequency, 30 Mc. However, only the 500-cps bandwidth will give sufficient resolution if there is a spectrum of closely adjacent frequencies or an amplitude-modulated voltage where the amplitudes of the carrier and the individual sidebands are to be measured. When measuring a frequency-modulated voltage (e. g. a carrier with hum modulation) it must be taken into account that the indication is dependent on the magnitude and the frequency of the deviation. The difference from the indication with unmodulated carrier is especially noticable at an IF bandwidth of 500 cps, since in particular at a great deviation the signal lies only for a short time in the pass band of the narrow-band filter so that only narrow pulses are indicated.

In order to obtain a stable indication after tuning for resonance in the frequency range from 1 to 30 Mc with an IF bandwidth of 500 cps, the built-in local oscillator must have an extremely high frequency stability, from +0.0001 % to ±0.00007 %. It is easily understood that in spite of carefully stabilized operating voltages and the use of precision components an oscillator variable from 41 to 70 Mc can maintain such a high frequency stability only for a short time. Even with a relatively stable supply voltage it is to be expected that for a short period of time the frequency will increase or decrease by approximately 0.0001 %. With a 70-Mc oscillator frequency, for a 30-Mc input frequency, this results in a frequency drift of approximately 70 cps, which may cause the indication to drift by several per cent:

The frequency stability of the voltage under test should be approximately 0.0001 %, when measurements are to be made with a 500-cps bandwidth and tuning drift to be avoided. Even precision signal generators do not always fulfil this requirement. However, this condition plays but a subordinate role since it does not reduce the application possibilities of the Type USVH. It is just necessary to rotate the tuning control slowly through its range and to read the maximum obtainable deflection.

3.6 Fine Tuning (Narrow Band)

The knob marked FINE TUNING (NARROW BAND) is effective only at the 500-cps IF bandwidth. It permits the tuning on the frequency dial to be varied by ±2.5 kc. First, however, the zero of this knob must be corrected:

(a) Put frequency range switch to "300 KC TO 1 MC";
(b) Put voltage range switch to CALIBRATION (1 MC);
(c) Put IF BANDWIDTH switch to "5 KC";
(d) Put SCALE EXPANSION switch to WITHOUT;
(e) Adjust FINE TUNING (NARROW BAND) knob to "0 KC";

(f) Tune frequency dial for maximum meter deflection at 1000 kc;

(g) Put IF BANDWIDTH switch to "500 CPS";

(h) Adjust knob ZERO FOR FINE TUNING for maximum meter deflection.

Because of the selectivity characteristic of the 5-kc IF filter, which is connected ahead of the 500-cps filter, an additional error in indication occurs when fine tuning is made. This error amounts to approximately -0.6 db at 1 kc off-tune and to approximately -2 db at 2 kc off-tune.

3.7 PHONES Output

The PHONES sockets provide for connection of a high-impedance headset to monitor the modulation of the voltage to be measured. Of course, only audio frequencies which are within the selected IF bandwidth are transmitted. The knob provided above the sockets and marked VOLUME permits continuous control of the AF output voltage. Modulation monitoring facilitates a great number of measurements. For example, it makes it easier to pick the desired frequency out of a spectrum; or, when the instrument is used as the null detector of an RF bridge, it is more convenient to adjust for minimum volume than to observe the pointer deflection.

3.8 Cable Connection between the Type USVH and Item under Test

A well-shielded patch cord should be used for connection between the Type USVH and the item under test, especially at higher frequencies, and the cable impedance should correspond with the input impedance of the Type USVH; greater difference in impedance will cause a voltage transformation, so that the voltage at the input of the Type USVH is higher or lower than that at the output of the item to be measured. Suitable coaxial patch cords with plugs (standard lengths 50 cm and 100 cm) can be supplied by ROHDE & SCHWARZ.

In measurements of very small voltages it must be ensured that all the parts of the test assembly - e. g. generator → connecting cable → item under test - are well shielded. Otherwise an interference voltage, for example, the field of a broadcast transmitter, may enter at some point of the test assembly, and may be mistaken for the voltage to be measured. When in doubt, disconnect the voltage source(s) of the test assembly and find out if it is still possible to tune for a meter deflection within the frequency range considered.

3.9 Measurements

3.9.1 Absolute Voltage and Level Measurements

To measure the absolute value of a voltage or level always put the SCALE EXPANSION switch to WITHOUT. The nine-step range switch and the two-step INDICATION switch permit obtaining the voltage and level ranges specified in Table 1. In the voltage ranges 1 μv, 10 μv, 100 μv, etc. take the reading from the scale calibrated 0 to 10 v, in the ranges 3 μv, 30 μv, 300 μv, etc. from the scale 0 to 3 v.

It would be possible to obtain, for example, the range 30 to 100 μv with the nine-step range switch set at "1 μV" and the INDICATION switch at "x 100". This is not recommended however. Because of the unavoidable inherent noise voltage of the instrument, the nine-step range switch should always be set to the maximum possible range and the INDICATION switch should be changed from "x 1" to "x 100" only if the input voltage is higher than 10 mv.

The scale calibrated from -20 to +2 db applies to all thirteen db ranges. The measured decibel value is the sum of the db values indicated by the switch positions and the db value read from the scale. For example, a pointer deflection of -5 db with the nine-step range switch at "-70 db" and the INDICATION switch at "+40 db" gives a

$$\text{measured value} = (-5) + (-70) + (+40) = -35 \text{ db}.$$

What has been said about the range to be selected in voltage measurements holds also for db measurements. Because of the inherent noise voltage which is particularly noticeable in the most sensitive range, the level range -100 to -80 db, for example, should not be obtained by setting the range switch to "-120 db" and the INDICATION switch to "+40 db"; the ranges should rather be selected in correspondence with Table 1.

3.9.2 Relative Measurements with Expanded Range 7 to 10

In frequency-response measurement, for example, the absolute voltage or level value is of minor importance, the main purpose being to measure the relative value by which the output voltage of the item under measurement varies due to frequency variation. In the pass band of filters these variations may be so small that they are not easily readable on a normal scale with the usual range of 1 to 10. For this reason, an expanded scale of 7 to 10 has been provided on the meter in addition to the three normal scales.

This scale is calibrated in relative values and is to be used when the SCALE EXPANSION switch is at WITH. The value "10" of this scale corresponds to a deflection of "10" or "3.16" of the unexpanded volt scale. What deflection to choose as reference point for the measurement will depend on the shape of the frequency response curve. If this curve falls off, the deflection "10" should be chosen as reference point. The deflection is brought to the desired reference point by choosing the range corresponding with the voltage to be measured and by slightly varying the signal generator output to the item under test.

For example, when an output voltage of about 5 mv is desired from the item measurement, put the range switch of the Type USVH to "3 mv" and the INDICATION switch to "x 1". Next, reduce the output voltage of the signal generator until the meter of the Type USVH reads "10". Variations of the reference point setting smaller than ±3 db are also

Table 1, holds for IF bandwidth of 500 cps

Frequency range	Voltage and level ranges	INDICATION switch to	Range switch to
10 kc to 30 Mc	0 to -20 db 1000 to 300 mv	+ 40 db x 100	-40 db 10 mv
	-10 to -30 db 300 to 100 mv		-50 db 3 mv
	-20 to -40 db 100 to 30 mv		-60 db 1 mv
	-30 to -50 db 30 to 10 mv		-70 db 300 µv
	-40 to -60 db 10 to 3 mv	+ 0 db x 1	-40 db 10 mv
	-50 to -70 db 3 to 1 mv		-50 db 3 mv
	-60 to -80 db 1 to 0.3 mv		-60 db 1 mv
	-70 to -90 db 300 to 100 µv		-70 db 300 µv
	-80 to -100 db 100 to 30 µv		-80 db 100 µv
20 kc to 30 Mc	-90 to -110 db 30 to 10 µv		-90 db 30 µv
	-100 to -120 db 10 to 3 µv		-100 db 10 µv
30 kc to 30 Mc	-110 to -130 db 3 to 1 µv		-110 db 3 µv
	-120 to -134 db 1 to 0.2 µv		-120 db 1 µv

In the frequency ranges of 100 kc to 30 Mc and with an IF bandwidth of 5 kc measurements can be made in all 13 ranges.

adjustable with the CALIBRATION I knob of the Type USVH. In this case, do not forget to calibrate the instrument again in accordance with section 3.3. before making an absolute measurement.

3.9.3 Measurement of Harmonic Distortion

Harmonics of an oscillator may be desirable or undesirable, depending on the purpose. In the first case, the harmonics are intentionally generated by suitable circuits, such as harmonic generators, in the second case, it often costs much time and money to avoid generation of harmonics or to eliminate them by suitable networks, such as low-pass filters. In both cases it is necessary to measure the ratio between fundamental and harmonics. Equally important is the distortion measurement in manufacture and servicing of broad-band amplifiers such as used in carrier-frequency systems where often a large frequency spectrum must be analysed.

High sensitivity and selectivity make the Type USVH excellently suited for these measurements as well as for distortion measurements on items to which only a relatively low voltage can be applied since otherwise the inherent distortion would be greatly increased.

According to the CCIF definition of distortion, the amplitudes A_0 of the fundamental and A_1, A_2, A_3, etc. of the harmonics are measured by the single-frequency method. Then

$$\% \text{ distortion} = \frac{\sqrt{A_1^2 + A_2^2 + A_3^2 \ldots}}{\sqrt{A_0^2 + A_1^2 + A_2^2 + A_3^2 \ldots}} \cdot 100$$

The Type USVH also permits distortion measurements to be made according to the intermodulation method. As shown in Fig. 2, two equal voltages of closely adjacent frequencies f_1 and f_2 are applied to the in-

put of the item under measurement where they produce the harmonics $2f_1$, $3f_1$... and $2f_2$, $3f_2$... in addition to a number of combination frequencies such as $f_1 + f_2$, $f_1 - f_2$, $2f_1 - f_2$, etc., the amplitudes of which can be measured individually with the Type USVH. If the amplitudes of the fundamentals E_{f_2} and E_{f_1} are kept equal, the following definition holds for distortion measurements: the quadratic intermodulation distortion is

$$d_2 \qquad \frac{E_{f_1 - f_2}}{E_{f_1} + E_{f_2}},$$

the cubic intermodulation factor is

$$d_3 \qquad \frac{E_{2f_1 - f_2}}{E_{f_1} + E_{f_2}} \qquad \text{or} \qquad \frac{E_{2f_2 - f_1}}{E_{f_1} + E_{f_2}}$$

The intermodulation method has three essential advantages over the single-frequency method: The frequencies to be measured may lie in the transmission range, the method is independent of the inherent distortion of the two generators, and it comes closer to the conditions in service. The frequencies f_1 and f_2 should be such that the difference frequencies of different order do not happen to coincide.

The following fixed relation between intermodulation factor and distortion may be given, if the terms of higher order are neglected.

$$d_2 = k_2$$
$$d_3 = 1.5 \cdot k_3$$

where

$$k_2 = \frac{A_1}{\sqrt{A_0^2 + A_1^2 + A_2^2 \ldots}} \quad \text{and} \quad k_3 = \frac{A_2}{\sqrt{A_0^2 + A_1^2 + A_2^2 \ldots}}$$

To measure a distortion lower than 0.1 %, which cannot be measured directly with the Type USVH because of its inherent distortion, a fre-

quency-sensitive RC network may be connected ahead of the input of the instrument to attenuate the fundamental with respect to the harmonics. This attenuation is measured and entered in the calculation. In the same way, the measurement range can be extended for the intermodulation method by attenuating the amplitudes E_{f_1} and E_{f_2} with respect to the amplitudes of the difference frequencies.

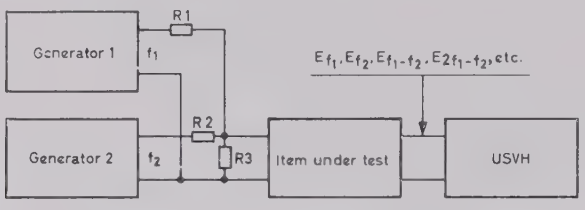


Fig. 2. Test setup for intermodulation method

The Type USVH also provides for relatively simple measurement of modulation distortion. One measures, for example, the amplitudes A_0, A_1, A_2... at the lower side of the carrier f_o (see Fig. 3) and obtains

$$\% \text{ modulation distortion} = \frac{\sqrt{A_1^2 + A_2^2 \ldots}}{\sqrt{A_0^2 + A_1^2 + A_2^2 \ldots}} \cdot 100$$

In this type of measurement the fine-tuning facility of the Type USVH is of great advantage since it permits easy tuning to the individual sideband frequencies at frequencies as high as 30 Mc.

Note: Since the instrument has a broadband input and its measurement ranges are partly chosen with the voltage divider INDICATION/x 1/x 100 connected to the input, care must be taken in distortion measurements to prevent overloading of the instrument; otherwise the distortion would appear higher than it really is. The following simple rule should be observed: When the fundamental amplitude has been measured in the switch position INDICATION x 100, then the INDICATION switch should not be put over to "x 1" for the measurement of the harmonic ampli-

tudes, but the sensitivity should be increased with the nine-step range switch; otherwise the instrument would be overloaded by the fundamental amplitude.

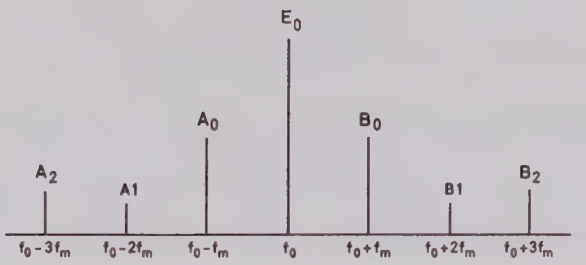


Fig. 3. Measurement of modulation depth and modulation distortion

When measuring a distortion factor lower than 1 % it should be ensured that the voltage at the grid of the first valve, Rö1, is not higher than 1 mv; otherwise the inherent distortion of the instrument would not be low enough. This means that, according to Table 1, no measurement should be made in the ranges 1 to 3 mv, 3 to 10 mv, 100 to 300 mv, and 300 to 1000 mv. When the amplitude of the fundamental is higher than 1 mv and distortion is to be measured down to 0.1 %, it is recommended that a frequency-independent attenuator be connected ahead of the input of the Type USVH to reduce the voltage to 1 mv. This attenuator may, at the same time, serve to achieve any desired impedance transformation. A frequency sensitive voltage divider, e.g., an RC network, connected ahead of the input extends the distortion range down to 0.05 %, 66 db, as may be required sometimes for carrier-frequency systems.

3.9.4 Measurement of Modulation Depth

The high selectivity of the Type USVH provides a simple method of measuring the depth of modulation of an amplitude-modulated RF voltage, provided the carrier is modulated with one single frequency of

constant amplitude. Measurements of the carrier amplitude E_o and of the two sideband amplitudes A_o and B_o (see Fig. 3) give the depth of modulation in per cent:

$$m = \frac{A_o + B_o}{E_o} \cdot 100$$

The FINE TUNING (NARROW BAND) knob permits accurate tuning to the carrier and the sideband frequencies. This facility offers the advantage that small frequency variations of the generator under test can easily be traced. As listed under "1. Specifications" the carrier amplitude is attenuated 35 db, when detuned by 2 x 500 cps; therefore, the modulation frequency should not be lower than 1 kc when the amplitudes of the sideband frequencies are to be measured.

3.9.5 Measurement of Interference from Oscillators and Receivers

The Microvoltmeter Type USVH enables measurement of interference voltage wherever continuous-signal generators are involved. The interferences may be fundamental or harmonic waves, leaking, for example, from a signal generator via the power or modulation line or through the openings provided for the meters in the metal cabinet. Reradiation of receivers is, in most countries, subject to regulations imposing certain limitations on the voltage which the local oscillator reradiates to the receiver input. When measuring an interference voltage in an active line such as a power or modulation line of a signal generator, care must be taken to ensure that the Type USVH is not overloaded by the signal voltage present in addition to the interference voltage. It is, for example, impossible to measure directly an interference signal leaking out via the power cord of a signal generator. In these cases, it is absolutely necessary to connect a suitable high-pass filter, say, an LC or RC section, ahead of the input of the Type USVH in order to reduce the signal voltage, e. g. 220 v, 50 cps, so that it is not appreciably higher than the interference voltage to be measured. Simultaneous attenuation of the interference voltage can easily be determined and taken into account.

4. DESCRIPTION

The Selective Microvoltmeter Type USVH is a highly sensitive superheterodyne receiver whose output voltage is indicated on a diode voltmeter. Single frequency changing is used in the three frequency ranges from 10 to 1000 kc, double frequency changing is employed in the other three ranges from 1 to 30 Mc. Further frequency changing takes place when the IF amplifier operates with a bandwidth of 500 cps.

The principle of operation can be seen from the **block diagram**. In the frequency ranges 10 to 100 kc, 100 to 300 kc, and 300 to 1000 kc, the voltage to be measured is amplified by the valve Rö1 followed by the low-pass filter L1 to L8, and again amplified by Rö2 followed by the low-pass filter L14 to L18 and the mixer Rö3I. Here the input frequency, 10 to 1000 kc, is heterodyned with the frequency, 1660 to 2650 kc, of the local oscillator Rö10 and thus converted to the intermediate frequency of 1650 kc. After this stage, operation is the same in all six frequency ranges.

In the frequency ranges 1 to 3 Mc, 3 to 10 Mc, and 10 to 30 Mc, the voltage to be measured follows the same path up to Rö2; here the input frequency, 1 to 30 Mc, is mixed with the frequency, 41 to 70 Mc, of the local oscillator Rö10 and changed to 40 Mc; in these ranges, the 40-Mc band-pass filter L10 to L13 operates in the anode circuit of Rö2 instead of the low-pass filter L14 to L18. In the mixer Rö3I, the 40-Mc frequency is combined with a frequency of 38.35 Mc, which is generated by the crystal oscillator Rö3II, and is also changed to the intermediate frequency of 1650 kc. After this, there is no difference in operation between the three frequency ranges from 10 to 1000 kc and the three ranges from 1 to 30 Mc.

The mixer is followed by the 1650-kc band-pass filter L21-L22 and the valve Rö4. The subsequent inductance L23 transforms the impedance down to 60 Ω so that the 8 x 10-db attenuator providing for range selec-

tion can consist of relatively low-valued resistors. The impedance is then stepped up again by L24. Subsequently, the signal is amplified by Rö5 and, after passing through the 1650-kc band-pass filter L25 to L28, is applied to Rö6. After this point, the IF bandwidth can be reduced to 5 kc or 500 cps. At a bandwidth of 5 kc, Rö6 operates as an amplifier and the IF valve Rö7 is preceded and followed, respectively, by the two 1650-kc band-pass filters L31-L32 and L37-L38. At the 500-cps bandwidth, Rö6 operates as a mixer. The 1650-kc frequency from Rö5 is combined with the 1600-kc frequency arriving from oscillator Rö11I and is thus converted to 50 kc. Then the signal is applied to the two IF band-pass filters L33 to L36 and L39-L40. Rö8I is arranged as a cathode follower; it serves as an impedance transformer between the last pair of IF filters and the low-impedance diode voltmeter which consists of rectifier Gl 2 and moving-coil meter I1.

The 13 voltage and level ranges covering a total of 1 μv to 1 v and -120 to 0 db are obtained with the capacitive divider C2-C3 provided at the input and with the 8 x 10-db attenuator connected to the IF amplifier. When the input voltage is not divided, the ranges 1 μv to 10 mv and -120 to -40 db can be set with the 8 x 10-db attenuator. These ranges may be extended to a hundred times higher value, or by 40 db, by switching the input attenuator into circuit.

The switchable resistors at the input permit adapting the input impedance of the Type USVH to the output impedance of the voltage source under measurement. Input impedances of 50 Ω, 60 Ω, 75 Ω, 150 Ω, and 600 Ω can be selected. In the last step of the switch, no resistor is cut in, only the input impedance of the first amplifier stage is effective. The input capacitance is about 20 pf; it is present in all switch positions but has an appreciable influence only for an input impedance of 600 Ω or 500 kΩ.

For aural monitoring of the modulation of the voltage to be measured, the IF voltage is demodulated by the detector Gl 1, and the AF signal

is applied via the buffer Rö8II to the PHONES output. Potentiometer R100 permits continuous control of the AF output voltage.

Further details of circuitry can be seen from the **circuit diagram.** Switch S4VIII, which cuts in the anode-supply voltage of the crystal oscillator Rö3II for the frequency ranges 1 to 30 Mc, and switches S4V, S4VI, and S4VII, which change the local oscillator Rö10 over from the grid of Rö2 to the grid of Rö3I, are all ganged with the frequency range switch S4I to S4IV and are operated when changeover is made from the frequency range 300 to 1000 kc to the range 1 to 3 Mc.

The changing over of the IF bandwidth from 5 kc to 500 cps is made by the ganged switch S5IB-S5IA. S5IB cuts in the anode-supply voltage of the 1600-kc oscillator Rö11I. S5IA, which is shown at the lower right of the circuit diagram, operates the relay RsA in the IF section so that the output of the band-pass filter L33 to L36 is applied to the grid of Rö7 via the contact aI. The band-pass filters L37-L38 and L39-L40 between Rö7 and Rö8I are not changed over.

The 1600-kc oscillator Rö11I, which operates only at 500-cps bandwidth, is provided with two variable capacitors. C175 is for fine tuning by ±2.5 kc, e.g., for percentage modulation measurements, C174 serves to correct the zero of C175. Both capacitors are adjustable from the front panel; the corresponding controls are marked FINE TUNING (NARROW BAND) and ZERO.

Meter I1 has four scales: two for voltage measurements, calibrated 0 to 3 v and 0 to 10 v; one for level measurements, calibrated -20 to +2 db; and the expanded scale calibrated 7 to 10 and used for measurement of small relative voltage ratios from 0 to 3 db. For the first, second, and third scales, switch S6 must be on WITHOUT SCALE EXPANSION, for the fourth scale on WITH SCALE EXPANSION. In the expanded range, rectifier Gl2 is biased with a DC voltage derived from the reference tube Rö12 and controlled by R121. Thus a meter deflection is obtained only when the IF voltage at the rectifier exceeds the

magnitude of the bias voltage. After this, the meter deflection is proportional to the IF voltage. The meter operates with suppressed zero. The bias voltage is set with R120-R121-R122, shown near Rö12 in the circuit diagram, so that the deflection "10" is obtained in the expanded range when in the unexpanded voltage ranges the deflection is "10" or "3.16".

The calibration oscillator Rö9I + Rö9II and the three calibration controls R98 for calibration I, R23 for calibration II and R79 for calibration III eliminate the need for an external reference voltage when it is necessary to correct the gain (calibration) after valve aging or other influences. Switch S3III is closed and the calibration oscillator in operation when the range switch S3IIR + S3IR of the 8 x 10-db attenuator is set to CALIBRATION (1 Mc). This oscillator delivers a well-stabilized 1-Mc voltage of 7.75 mv to the input of the first amplifier stage, resulting in a deflection of 0 db when the total gain corresponds to its nominal value. When in one of the four operating conditions the gain deviates from the nominal value, it can be corrected with the corresponding calibration control. The following operating conditions must be considered:

(A) Frequency ranges 100 to 1000 kc with an IF bandwidth of 5 kc
(B) Frequency ranges 10 to 1000 kc with an IF bandwidth of 500 cps
(C) Frequency ranges 1 to 30 Mc with an IF bandwidth of 5 kc
(D) Frequency ranges 1 to 30 Mc with an IF bandwidth of 500 cps

Control CALIBRATION I (R98) influences the gain of Rö5, i.e., it has the same effect in all four types of operation. Control CALIBRATION II (R23) varies the gain of Rö2 if this valve operates as an amplifier in the frequency ranges 10 to 1000 kc; lying ahead of the third mixer Rö6, it has the same effect at both bandwidths. In the ranges 1 to 30 Mc, where Rö2 operates as a mixer, R23 has very little influence on the mixer gain of Rö2. Control CALIBRATION III (R79) varies the gain of Rö7 in the entire frequency range of 10 kc to 30 Mc, but is effective

only at 500 cps bandwidth; in the 5-kc bandwidth it is short-circuited by contact all since the relay RsA has dropped. By means of those three front-panel controls, the instrument may be so adjusted that the calibration is correct in all four operating conditions. The procedure to be followed is explained in section 3.3.

The power section is designed for operation from AC supply voltages of 115 v, 125 v, 220 v, and 235 v. The miniature glow lamp located above the on-off switch is the voltage indicator. The anode-supply voltage is developed by the rectifier Gl 5, filtered by the L-C section L54-C186, and stabilized by the four valves Rö13-Rö14-Rö15-Rö12.

Rö13 and Rö14, which are connected in parallel, are the series regulator valves which pass the total anode current, Rö15 is the control amplifier of Rö13-Rö14, and the reference tube Rö12 serves to maintain the grid bias voltage of Rö15.

When, for example, the AC supply voltage decreases, the anode-supply voltage, 220 v across C183, and thus the grid voltage of Rö15 derived between R127 and R126, also decrease, i.e., the negative grid bias of this valve increases. Thus its anode resistance increases, the voltage drop across its anode load resistor R133 decreases and the negative grid voltages of the series regulator valves Rö13-Rö14 decrease. As a result, their anode resistances decrease so that the anode-supply voltage increases to its original value. Potentiometer R129 is factory-adjusted for an anode voltage of 220 v. R125 serves to adjust for minimum influence of the AC supply voltage.

Replacement of Valves: The valves **Rö1, Rö6, Rö7, Rö8, Rö9, Rö10, Rö11, Rö13, Rö14,** and **Rö15** may be replaced by the same type without any trimming being required.

After replacement of the amplifier and mixer valve **Rö2,** the four-section 40-Mc band-pass filter must be retuned with the trimmer C26. This trimmer is incorporated in the filter and is accessible from be-

low, near Rö2. Retuning can be made without an external voltage. Select the frequency range "1 TO 3 MC", put the IF BANDWIDTH switch to "5 KC", tune to the frequency of 1 Mc of the calibration oscillator and adjust the trimmer C26 for maximum meter deflection.

After replacement of the double triode **Rö3** the same adjustments must be made as after replacement of Rö2, with the exception that the 40-Mc band-pass filter must be tuned with the trimmer C32. The slotted shaft of this trimmer is accessible from the rear, beside Rö3. In addition, the tuning of the tank circuit L19-C51 of the crystal oscillator must be checked and corrected, if necessary. It can be considered correct if at the cathode resistor R26 an RF voltage (38.35 Mc) of about 1.2 v is measured, the input capacitance of the voltmeter being not higher than about 5 pf.

After replacement of **Rö4** it may be necessary to tune the anode circuit with C67. This trimmer is accessible from below, beside Rö4. Tuning to the calibration frequency is possible in the range "300 TO 1000 KC" or "1 TO 3 MC".

Replacement of **Rö5** may necessitate tuning of the grid circuit L24-C74. The trimmer C74 is tunable from below, beside Rö5. Tuning is possible in the range "300 TO 1000 KC" or "1 TO 3 MC".

After replacement of the reference tube **Rö12** the calibration voltage, 7.75 mv, produced by the calibration oscillator Rö9, may change if the operating voltage of the new valve differs from that of the original one. It is therefore advisable to check the calibration against an external reference level. Select the level range -20 to 0 db, apply a 1-Mc reference level of 0 db to the input of the Type USVH, tune accurately, and adjust the CALIBRATION I control, R98, so that the meter reads 0 db. If the range of variation of R98 is not sufficient, the overall gain may be adjusted with the control R64 in the cathode circuit of Rö5.

Disconnect the standard level source from the input, put the range switch to CALIBRATION, tune accurately and adjust the trimmer C141,

located near Rö9, so that the meter again reads 0 db. The trimmer C141 is accessible from above, beside Rö9. It is recommended that the frequency range "300 TO 1000 KC" and the IF bandwidth of 5 kc be selected while these two adjustments are made.

After replacement of the reference tube Rö12 it will generally be necessary to adjust the bias voltage of the rectifier Gl 2 which is tapped from the voltage divider R120-R121-R122 for the expanded range of indication, 7 to 10. Bring the meter to the deflection "10" - for example, by means of the calibration voltage of Rö9 - in the switch position WITHOUT SCALE EXPANSION; then switch over to WITH SCALE EXPANSION and adjust R121 so that the meter reads "10".

Correction of the Frequency Calibration: Should the frequency calibration of the local oscillator Rö10 vary after a long period in service, it can be corrected if a standard signal generator or frequency standard is available:

1st range:	calibrate at	100 kc	with C160
	calibrate at	10 kc	with C166
2nd range:	calibrate at	300 kc	with C159
	calibrate at	100 kc	with C165
3rd range:	calibrate at	1000 kc	with C158
	calibrate at	300 kc	with L49
4th range:	calibrate at	3 Mc	with C156
	calibrate at	1 Mc	with C164
5th range:	calibrate at	10 Mc	with C155
	calibrate at	3 Mc	with C163
6th range:	at 30 Mc change C157		
	calibrate at	10 Mc	with C162

5. TABLE OF REPLACEABLE PARTS

Ref. No. according to circuit diagram

Ref. No.	Designation	Ratings	R&S Stock No.
C1	Capacitor, synth. foil	1000 pf/500 v	CKS 1000/500
C2	Trimmer, tubular, ceramic	3 pf	CV 7203/1
C3	Capacitor, ceramic	180 pf	CCH 68/180
C4	Capacitor, ceramic	1 pf	CCG 21/1
C5	Capacitor, paper	50,000 pf/250 v	CPK 50 000/250
C6	Capacitor, electrolytic Capacitor, paper	10 µf/15 v 10,000 pf/250 v	CED 21/10/15 CPK 10 000/250 parallel
C7	Capacitor, paper	10,000 pf/250 v	CPK 10 000/250
C8	Capacitor, paper Capacitor, synth. foil	25,000 pf/630 v 2500 pf/500 v	CPK 25 000/630 CKS 2500/500 parallel
C9	Capacitor, feed-through, ceramic	5000 pf/500 v	CFR 1/5000/500
C10	Capacitor, feed-through, ceramic	5000 pf/500 v	CFR 1/5000/500
C11	Capacitor, paper	25,000 pf/250 v	CPK 25 000/250
C13	Trimmer, tubular, ceramic	1 to 6 pf	CV 7205
C14	Trimmer, tubular, ceramic	1 to 6 pf	CV 7205
C15	Trimmer, tubular, ceramic Capacitor, ceramic	1 to 6 pf 10 pf	CV 7205 CCG 68/10 parallel
C16	Trimmer, tubular, ceramic	1 to 6 pf	CV 7205
C20	Trimmer, tubular, ceramic	3 pf	CV 7203/1
C21	Capacitor, electrolytic Capacitor, paper	10 µf /15 v 10,000 pf/250 v	CED 21/10/15 CPK 10 000/250 parallel
C22	Capacitor, paper	10,000 pf/250 v	CPK 10 000/250

Ref. No.	Designation	Ratings	R&S Stock No.
C23	Capacitor, feed-through, ceramic	50,000 pf/630 v	CPK 50 000/630
C24	Capacitor, feed-through, ceramic	5000 pf/500 v	CFR 1/5000/500
C25	Capacitor, feed-through, ceramic	5000 pf/500 v	CFR 1/5000/500
C26	Capacitor, ceramic Trimmer, tubular, ceramic	12 pf 1 to 6 pf	CCH 31/12 CV 7205 parallel
C27	Capacitor, ceramic	0.5 pf	CCG 11/0,5
C28	Capacitor, ceramic Trimmer, tubular, ceramic	12 pf 1 to 6 pf	CCH 31/12 CV 7205 parallel
C29	Capacitor, ceramic Trimmer, tubular, ceramic	0.5 pf 0.5 to 2 pf	CCG 11/0,5 CV 7202
C30	Capacitor, ceramic Capacitor, ceramic Trimmer, tubular, ceramic	18 pf 2 pf 1 to 6 pf	CCH 31/18 CCG 41/2 CV 7205 parallel
C31	Capacitor, ceramic	0.5 pf	CCG 11/0,5
C32	Capacitor, ceramic Capacitor, ceramic Trimmer, tubular, ceramic	18 pf 2 pf 1 to 6 pf	CCH 31/18 CCG 41/2 CV 7205 parallel
C35	Capacitor, ceramic	39 pf	CCH 31/39
C36	Capacitor, paper	100,000 pf/400 v	CPK 100 000/400
C37	Capacitor, ceramic Trimmer, disc	33 pf 10 to 60 pf	CCH 31/33 CV 944 parallel
C38	Capacitor, ceramic Trimmer, disc	56 pf 10 to 60 pf	CCH 31/56 CV 944 parallel
C39	Capacitor, ceramic Trimmer, disc	100 pf 10 to 60 pf	CCH 31/100 CV 944 parallel
C40	Capacitor, ceramic Trimmer, disc	100 pf 10 to 60 pf	CCH 31/100 CV 944 parallel
C41	Trimmer, disc	10 to 60 pf	CV 944

Ref. No.	Designation	Ratings	R&S Stock No.
C42	Capacitor, ceramic Trimmer, disc	39 pf 10 to 60 pf	CCH 31/39 CV 944 parallel
C43	Capacitor, ceramic Trimmer, disc	56 pf 10 to 60 pf	CCH 31/56 CV 944 parallel
C44	Trimmer, disc	10 to 60 pf	CV 944
C45	Capacitor, ceramic	100 pf	CCH 31/100
C47	Capacitor, ceramic	270 pf	CCH 68/270
C48	Capacitor, feed-through, ceramic	5000 pf/500 v	CFR 1/5000/500
C51	Trimmer, air	4 to 29 pf	CV 8025
C52	Capacitor, synth. foil	2500 pf/250 v	CKS 2500/250
C53	Capacitor, ceramic	18 pf	CCG 68/18
C54	Capacitor, feed-through, ceramic	5000 pf/500 v	CFR 1/5000/500
C55	Capacitor, synth. foil	10,000 pf/250 v	CKS 10 000/250
C56	Capacitor, ceramic	3 pf	CCG 41/3
C57	Capacitor, ceramic	22 pf	CCH 31/22
C58	Capacitor, feed-through, ceramic	5000 pf/500 v	CFR 1/5000/500
C59	Capacitor, paper	50,000 pf/250 v	CPM 50 000/250
C61	Trimmer, air Capacitor, ceramic Capacitor, ceramic	4 to 29 pf 100 pf 120 pf	CV 8025 CCH 32/100 CCH 32/120 parallel
C62	Trimmer, tubular, ceramic	2 pf	CV 7202
C63	Trimmer, air Capacitor, ceramic Capacitor, ceramic	4 to 29 pf 100 pf 120 pf	CV 8025 CCH 32/100 CCH 32/120 parallel
C64	Capacitor, ceramic	10 to 20 pf	CCG 68/10
C65	Capacitor, feed-through, ceramic	5000 pf/500 v	CFR 1/5000/500
C66	Capacitor, paper	10,000 pf/250 v	CPK 10 000/250
C67	Capacitor, ceramic Trimmer, air	15 pf 4 to 29 pf	CCG 68/15 CV 8025 parallel

Ref. No.	Designation	Ratings	R&S Stock No.
C68	Capacitor, paper	10,000 pf/250 v	CPK 10 000/250
C69	Capacitor, paper	10,000 pf/250 v	CPK 10 000/250
C73	Capacitor, ceramic	approx. 15 pf	CCH 11/15
C74	Capacitor, ceramic Trimmer, air	15 pf 4 to 29 pf	CCH 31/15 CV 8025 parallel
C75	Capacitor, paper	10,000 pf/250 v	CPK 10 000/250
C76	Capacitor, feed-through, ceramic	5000 pf/500 v	CFR 1/5000/500
C77	Capacitor, feed-through, ceramic	5000 pf/500 v	CFR 1/5000/500
C78	Capacitor, paper	100,000 pf/250 v	CPK 100 000/250
C79	Capacitor, feed-through, ceramic	5000 pf/500 v	CFR 1/5000/500
C80	Capacitor, feed-through, paper	50,000 pf/300 v	CPD 50 000/300
C81	Capacitor, paper	10,000 pf/250 v	CPM 10 000/250
C82	Capacitor, paper	50,000 pf/250 v	CPM 50 000/250
C83	Trimmer, air Capacitor, ceramic Capacitor, ceramic	4 to 29 pf 100 pf 120 pf	CV 8025 CCH 32/100 CCH 32/120 parallel
C84	Trimmer, tubular, ceramic	2 pf	CV 7202
C85	Trimmer, air Capacitor, ceramic Capacitor, ceramic	4 to 29 pf 100 pf 120 pf	CV 8025 CCH 32/100 CCH 32/120 parallel
C86	Trimmer, tubular, ceramic	2 pf	CV 7202
C87	Trimmer, air Capacitor, ceramic Capacitor, ceramic	4 to 29 pf 100 pf 120 pf	CV 8025 CCH 32/100 CCH 32/120 parallel
C88	Trimmer, tubular, ceramic	2 pf	CV 7202
C89	Trimmer, air Capacitor, ceramic Capacitor, ceramic	4 to 29 pf 100 pf 120 pf	CV 8025 CCH 32/100 CCH 32/120 parallel

Ref. No.	Designation	Ratings	R&S Stock No.
C90	Capacitor, ceramic	6 pf	CCG 41/6
C91	Trimmer, tubular, ceramic	2 pf	CV 7202
C92	Capacitor, paper	50,000 pf/250 v	CPM 50 000/250
C93	Capacitor, feed-through, paper	50,000 pf/300 v	CPD 50 000/300
C94	Capacitor, feed-through, paper	50,000 pf/300 v	CPD 50 000/300
C95	Capacitor, paper	10,000 pf/250 v	CKM 10 000/250
C96	Capacitor, paper	2500 pf/1000 v	CPK 2500/1000
C98	Trimmer, air Capacitor, ceramic Capacitor, ceramic	4 to 29 pf 100 pf 120 pf	CV 8025 CCH 32/100 CCH 32/120 parallel
C99	Trimmer, tubular, ceramic	2 pf	CV 7202
C100	Trimmer, air Capacitor, ceramic Capacitor, ceramic	4 to 29 pf 100 pf 120 pf	CV 8025 CCH 32/100 CCH 32/120 parallel
C101	Capacitor, ceramic	220 pf	CCH 68/220
C102	Capacitor, ceramic Trimmer, tubular, ceramic	12 pf 1 to 11 pf	CCH 31/12 CV 7210 parallel
C103	Capacitor, synth. foil	1000 pf/500 v	CKS 1000/500
C104	Trimmer, air	4 to 29 pf	CV 8025
C105	Capacitor, synth. foil	1000 pf/500 v	CKS 1000/500
C106	Trimmer, disc	10 to 60 pf	CV 944
C107	Capacitor, synth. foil	1000 pf/500 v	CKS 1000/500
C108	Trimmer, air	4 to 29 pf	CV 8025
C109	Capacitor, synth. foil	1000 pf/500 v	CKS 1000/500
C110	Capacitor, paper	100,000 pf/250 v	CPK 100 000/250
C111	Capacitor, feed-through, ceramic	5000 pf/500 v	CFR 1/5000/500
C112	Capacitor, feed-through, paper	50,000 pf/300 v	CPD 50 000/300

Ref. No.	Designation	Ratings	R&S Stock No.
C113	Capacitor, feed-through, paper	50,000 pf/300 v	CPD 50 000/300
C114	Capacitor, paper	2500 pf/1000 v	CPK 2500/1000
C115	Capacitor, paper	10,000 pf/250 v	CPM 10 000/250
C116	Trimmer, air Capacitor, ceramic Capacitor, ceramic	4 to 29 pf 100 pf 120 pf	CV 8025 CCH 32/100 CCH 32/120 parallel
C117	Trimmer, tubular, ceramic	2 pf	CV 7202
C118	Trimmer, air Capacitor, ceramic Capacitor, ceramic	4 to 29 pf 100 pf 120 pf	CV 8025 CCH 32/100 CCH 32/120 parallel
C119	Capacitor, ceramic	220 pf	CCH 68/220
C120	Capacitor, feed-through, paper	50,000 pf/300 v	CPD 50 000/300
C121	Capacitor, synth. foil	1000 pf/500 v	CKS 1000/500
C122	Trimmer, air	4 to 29 pf	CV 8025
C123	Capacitor, synth. foil	1000 pf/500 v	CKS 1000/500
C125	Capacitor, feed-through, paper	50,000 pf/300 v	CPD 50 000/300
C126	Capacitor, feed-through, paper	50,000 pf/300 v	CPD 50 000/300
C127	Capacitor, feed-through, paper	50,000 pf/250 v	CPM 50 000/250
C128	Capacitor, paper	10,000 pf/250 v	CPK 10 000/250
C129	Capacitor, synth. foil	1000 pf/500 v	CKS 1000/500
C130	Capacitor, paper	100,000 pf/250 v	CPK 100 000/250
C131	Capacitor, paper	100,000 pf/250 v	CPK 100 000/250
C132	Capacitor, feed-through, ceramic	10,000 pf/300 v	CPD 10 000/300
C133	Capacitor, feed-through, ceramic	500 pf/500 v	CFR 1/500/500
C134	Capacitor, paper	10,000 pf/500 v	CPM 10 000/500
C135	Capacitor, paper	10,000 pf/250 v	CPK 10 000/250

Ref. No.	Designation	Ratings	R&S Stock No.
C136	Capacitor, paper	10,000 pf/250 v	CPK 10 000/250
C140	Capacitor, ceramic	56 pf	CCH 31/56
C141	Trimmer, air	4 to 29 pf	CV 8025
C142	Capacitor, ceramic	3 pf	CCG 41/3
C143	Capacitor, paper	2500 pf/1000 v	CPK 2500/1000
C144	Capacitor, ceramic Trimmer, air	27 pf 4 to 29 pf	CCH 31/27 CV 8025 parallel
C145	Capacitor, ceramic	100 pf 180 pf	CCH 31/100 CCH 31/180 parallel
C146	Capacitor, feed-through, ceramic	5000 pf/500 v	CFR 1/5000/500
C147	Capacitor, feed-through, ceramic	5000 pf/500 v	CFR 1/5000/500
C148	Capacitor, feed-through, ceramic	5000 pf/500 v	CFR 1/5000/500
C149	Capacitor, feed-through, ceramic	5000 pf/500 v	CFR 1/5000/500
C150	Capacitor, ceramic	1000 pf	CCG 94/1000
C151	Capacitor, ceramic	5 pf	CCG 41/5
C152	Capacitor, ceramic	3 pf	CCG 41/3
C153	Capacitor, ceramic	1000 pf	CCG 94/1000
C154	Capacitor, paper	10,000 pf/630 v	CPK 10 000/630
C155	Trimmer, air	4 to 10 pf	CV 8006
C156	Trimmer, air	4 to 10 pf	CV 8006
C157	Capacitor, ceramic	approx. 5 pf	CCG 68/5
C158	Trimmer, air	4 to 29 pf	CV 8025
C159	Capacitor, ceramic Trimmer, air	39 pf 4 to 29 pf	CCH 31/39 CV 8025 parallel
C160	Capacitor, ceramic Trimmer, air	56 pf 4 to 29 pf	CCH 31/56 CV 8025 parallel
C161	Capacitor, variable		1521-9.6
C162	Capacitor, ceramic Trimmer, air	47 pf 4 to 29 pf	CCH 31/47 CV 8025 parallel

Ref. No.	Designation	Ratings	R&S Stock No.
C163	Trimmer, air	4 to 10 pf	CV 8006
	Capacitor, ceramic	12 pf	CCG 68/12 parallel
C164	Capacitor, ceramic	10 pf	CCG 68/10
		8 pf	CCG 41/8
	Trimmer, air	4 to 10 pf	CV 8006 parallel
C165	Capacitor, ceramic	33 pf	CCH 31/33
	Trimmer, air	4 to 29 pf	CV 8025 parallel
C166	Trimmer, air	4 to 29 pf	CV 8025
C169	Capacitor, feed-through, ceramic	5000 pf/500 v	CFR 1/5000/500
C170	Capacitor, feed-through, ceramic	5000 pf/500 v	CFR 1/5000/500
C171	Capacitor, feed-through, ceramic	5000 pf/500 v	CFR 1/5000/500
C172	Capacitor, synth. foil	200 pf/500 v	CKD 2/200/500
		30 pf/500 v	CKD 2/30/500 parallel
C173	Capacitor, ceramic	2 pf	CCG 41/2
C174	Capacitor, variable	3 to 13 pf	CV 52110
C175	Capacitor, variable	2 to 4.5 pf	CV 52103
C176	Capacitor, ceramic	factory adjusted	CCG 68/..
C177	Capacitor, paper	10,000 pf/250 v	CPM 10 000/250
C178	Capacitor, ceramic	18 pf	CCG 68/18
C179	Capacitor, feed-through, ceramic	5000 pf/500 v	CFR 1/5000/500
C183	Capacitor, MP	4 µf/350 v	CMR 4/350
C184	Capacitor, ceramic	100 pf	CCH 68/100
C185	Capacitor, ceramic	100 pf	CCH 68/100
C186	Capacitor, MP	8 µf/350 v	CMR 8 + 8/350
C187		8 µf/350 v	
C188	Capacitor, paper	2500 pf/1000 v	CPK 2500/1000
C189	Capacitor, paper	2500 pf/1000 v	CPK 2500/1000
D1	Filter, lead-through		DFP 13502

Ref. No.	Designation	Ratings	R&S Stock No.
Gl 1	Diode, germanium		GK/OA 95
Gl 2	Diode, germanium		GK/OA 95
Gl 5	Rectifier	2 x 360 v/100 ma	GN 19/720/100 M
Gl 6	Rectifier	30 v/250 ma	GNB 11/30/250 B
I1	Ammeter, moving-coil	100 µa/2500 Ω	INS 30106 mit Skala nach 1521-15
K1	Cable, RF		LKK 91600
K2	Cable		1521-8.1
K3	Cable		1521-8.2
K4	Cable		1521-13
K5	Cable, RF		LKK 92220
K6	Power cord		LKA 08031
K7	Cable, RF		LKK 92220
L1	Coil, low-pass filter		1521-5.2/2
L2	Coil, low-pass filter		1521-5.3/2
L3	Coil, low-pass filter		1521-5.4/2
L4	Coil, low-pass filter		1521-5.4/2
L5	Coil, low-pass filter		1521-5.5/2
L6	Coil, low-pass filter		1521-5.6/2
L7	Coil, low-pass filter		1521-5.7/2
L8	Coil, low-pass filter		1521-5.9
L9	Coil		1521-3.35
L10	Coil		1521-6.2
L11	Coil		1521-6.2
L12	Coil		1521-6.2
L13	Coil		1521-6.6
L14	Coil, low-pass filter		1521-7.2
L15	Coil, low-pass filter		1521-7.3

Ref. No.	Designation	Ratings	R&S Stock No.
L16	Coil, low-pass filter		1521-7.3
L17	Coil, low-pass filter		1521-7.2
L18	Coil, low-pass filter		1521-7.2
L19	Coil, ceramic body		MCC 0203/0,5
L21	Coil, IF		1521-3.3.6
L22	Coil, IF		1521-3.3.10
L23	Coil, transformer, IF		1521-3.4.3
L24	Coil, transformer, IF		1521-3.4.3
L25	Coil, IF		1521-3.3.10
L26	Coil, IF		1521-10.6.2
L27	Coil, IF		1521-10.7.1
L28	Coil, IF		1521-10.6.2
L29	Choke		DUF 311/20
L31	Coil, IF		1521-3.3.10
L32	Coil, IF		1521-10.6.2
L33	Coil, IF		1521-10.8.1
L34	Coil, IF		1521-10.8.2
L35	Coil, IF		1521-10.8.1
L36	Coil, IF		1521-10.8.2
L37	Coil, IF		1521-3.3.10
L38	Coil, IF		1521-10.6.2
L39	Coil, IF		1521-10.8.1
L40	Coil, IF		1521-10.8.2
L41	Choke		DUF 311/20
L42	Choke		DUF 311/20
L43	Choke		DUF 311/20
L44	Choke		DUF 311/20
L46	Coil		1521-3.5
L47	Coil		1521-9.4
L48	Coil		1521-9.5

Ref. No.	Designation	Ratings	R&S Stock No.
L49	Coil		1521-9.2.3
L50	Coil		1521-9.2.4
L51	Coil		1521-9.2.4
L52	Coil		1521-3.6
L54	Choke		DB 125/2
L55	Choke		DUF 411/200
L56	Choke		DUF 411/200
L57	Choke		enth. in 1521-4.7
Q1	Crystal		QA 21025/38350
R1	Resistor, depos. carbon	50 Ω ±1 %/0.5 w	WF 50/1/0,5
R2	Resistor, depos. carbon	60 Ω ±1 %/0.5 w	WF 60/1/0,5
R3	Resistor, depos. carbon	75 Ω ±1 %/0.5 w	WF 75/1/0,5
R4	Resistor, depos. carbon	150 Ω ±1 %/0.5 w	WF 150/1/0,5
R5	Resistor, depos. carbon	600 Ω ±1 %/0.5 w	WF 600/1/0,5
R6	Resistor, depos. carbon	500 kΩ/0.25 w	WF 500 k/0,25
R7	Resistor, depos. carbon	630 Ω ±1 %/0.5 w	WF 630/1/0,5
R8	Resistor, depos. carbon	50 Ω/0.25 w	WF 50/0,25
R9	Resistor, depos. carbon	10 kΩ/0.5 w	WF 10 k/0,5
R10	Resistor, depos. carbon	2 kΩ/0.5 w	WF 2 k/0,5
R11	Resistor, depos. carbon	600 Ω/0.5 w	WF 600/0,5
R12	Resistor, depos. carbon	50 Ω/0.25 w	WF 50/0,25
R13	Resistor, depos. carbon	600 Ω/0.25 w	WF 600/0,25
R14	Resistor, depos. carbon	300 Ω/0.5 w	WF 300/0,5
R15	Resistor, depos. carbon	10 kΩ/0.5 w	WF 10 k/0,5
R16	Resistor, depos. carbon	1.25 kΩ/0.5 w	WF 1,25 k/0,5
R17	Resistor, depos. carbon	1 kΩ/0.5 w	WF 1 k/0,5
R18	Resistor, depos. carbon	1 kΩ/0.5 w	WF 1 k/0,5
R19	Resistor, depos. carbon	1.25 kΩ/0.25 w	WF 1,25 k/0,25

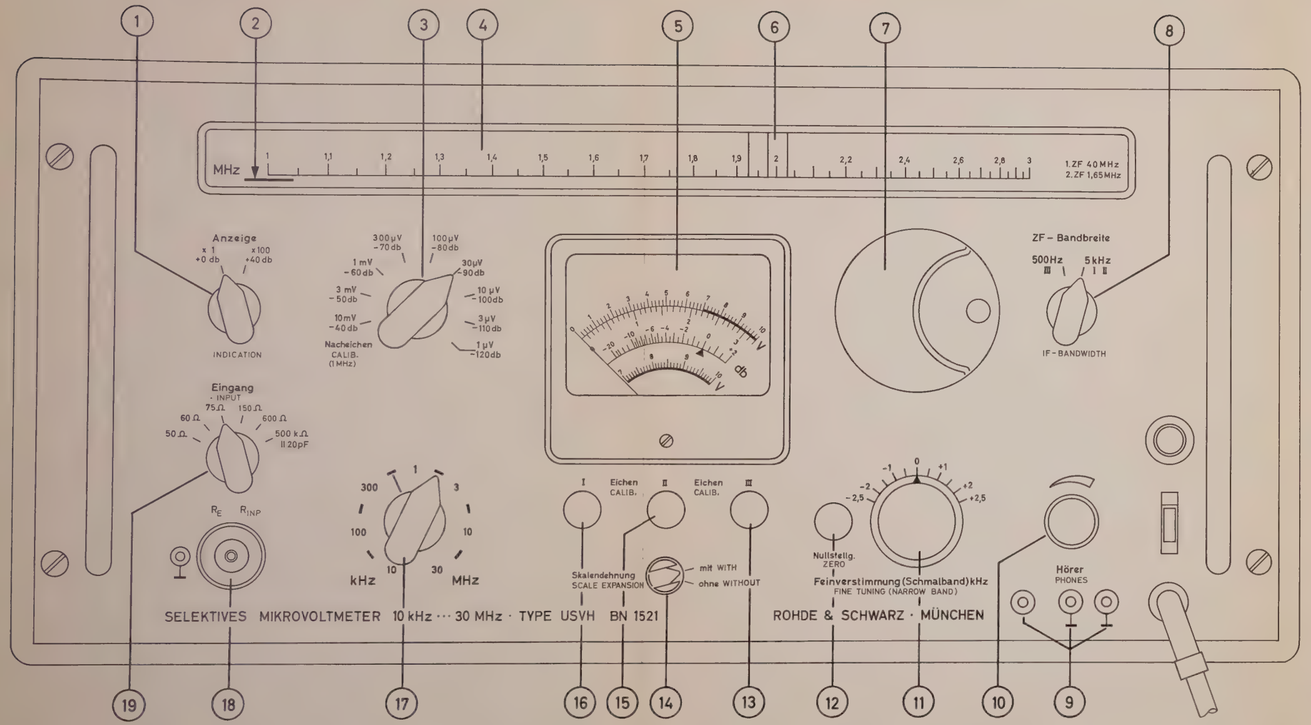
Ref. No.	Designation	Ratings	R&S Stock No.
R20	Resistor, depos. carbon	3 kΩ/0.5 w	WF 3 k/0,5
R21	Resistor, depos. carbon	100 Ω/0.25 w	WF 100/0,25
R22	Resistor, depos. carbon	16 Ω/0.25 w	WF 16/0,25
R23	Resistor, wire-wound, variable	500 Ω lin.	WR 4/500
R25	Resistor, depos. carbon	20 kΩ/0.25 w	WF 20 k/0,25
R26	Resistor, depos. carbon	200 Ω/0.5 w	WF 200/0,5
R27	Resistor, depos. carbon	100 Ω/0.25 w	WF 100/0,25
R28	Resistor, depos. carbon	100 kΩ/0.25 w	WF 100 k/0,25
R29	Resistor, depos. carbon	12.5 kΩ/0.5 w	WF 12,5 k/0,5
R31	Resistor, depos. carbon	1 kΩ/0.25 w	WF 1 k/0,25
R32	Resistor, depos. carbon	600 kΩ/0.25 w	WF 600 k/0,25
R33	Resistor, depos. carbon	300 Ω/0.5 w	WF 300/0,5
R34	Resistor, depos. carbon	100 kΩ/0.5 w	WF 100 k/0,5
R35	Resistor, depos. carbon	10 kΩ/0.5 w	WF 10 k/0,5
R41	Resistor, depos. carbon	115.6 Ω ±1 %/0.25 w	WF 115,6/1/0,25
R42	Resistor, depos. carbon	170.8 Ω ±1 %/0.25 w	WF 170,8/1/0,25
R43	Resistor, depos. carbon	115.6 Ω ±1 %/0.25 w	WF 115,6/1/0,25
R44	Resistor, depos. carbon	170.8 Ω ±1 %/0.25 w	WF 170,8/1/0,25
R45	Resistor, depos. carbon	115.6 Ω ±1 %/0.25 w	WF 115,6/1/0,25
R46	Resistor, depos. carbon	170.8 Ω ±1 %/0.25 w	WF 170,8/1/0,25
R47	Resistor, depos. carbon	115.6 Ω ±1 %/0.25 w	WF 115,6/1/0,25
R48	Resistor, depos. carbon	170.8 Ω ±1 %/0.25 w	WF 170,8/1/0,25
R49	Resistor, depos. carbon	115.6 Ω ±1 %/0.25 w	WF 115,6/1/0,25
R50	Resistor, depos. carbon	170.8 Ω ±1 %/0.25 w	WF 170,8/1/0,25
R51	Resistor, depos. carbon	115.6 Ω ±1 %/0.25 w	WF 115,6/1/0,25
R52	Resistor, depos. carbon	170.8 Ω ±1 %/0.25 w	WF 170,8/1/0,25
R53	Resistor, depos. carbon	115.6 Ω ±1 %/0.25 w	WF 115,6/1/0,25
R54	Resistor, depos. carbon	170.8 Ω ±1 %/0.25 w	WF 170,8/1/0,25
R55	Resistor, depos. carbon	115.6 Ω ±1 %/0.25 w	WF 115,6/1/0,25

Ref. No.	Designation	Ratings	R&S Stock No.
R56	Resistor, depos. carbon	170.8 Ω ±1 %/0.25 w	WF 170,8/1/0,25
R57	Resistor, depos. carbon	79.0 Ω ±1 %/0.25 w	WF 79,0/1/0,25
R61	Resistor, depos. carbon	20 Ω/0.25 w	WF 20/0,25
R62	Resistor, depos. carbon	600 kΩ/0.25 w	WF 600 k/0,25
R63	Resistor, depos. carbon	200 Ω/0.5 w	WF 200/0,5
R64	Resistor, wire-wound, variable	1 kΩ lin.	WR 4 F/1 k
R65	Resistor, depos. carbon	30 kΩ/0.5 w	WF 30 k/0,5
R66	Resistor, depos. carbon	10 kΩ/1 w	WF 10 k/1
R67	Resistor, depos. carbon	80 kΩ/0.5 w	WF 80 k/0,5
R69	Resistor, depos. carbon	100 kΩ/0.25 w	WF 100 k/0,25
R70	Resistor, depos. carbon	200 Ω/0.5 w	WF 200/0,5
R71	Resistor, depos. carbon	20 kΩ/0.5 w	WF 20 k/0,5
R72	Resistor, depos. carbon	10 kΩ/1 w	WF 10 k/1
R75	Resistor, depos. carbon	1 kΩ/0.25 w	WF 1 k/0,25
R76	Resistor, depos. carbon	600 kΩ/0.25 w	WF 600 k/0,25
R77	Resistor, depos. carbon	300 Ω/0.5 w	WF 300/0,5
R78	Resistor, depos. carbon	30 kΩ/0.5 w	WF 30 k/0,5
R79	Resistor, wire-wound, variable	1 kΩ lin.	WR 4/1 k
R80	Resistor, depos. carbon	10 kΩ/1 w	WF 10 k/1
R81	Resistor, depos. carbon	1 kΩ/0.25 w	WF 1 k/0,25
R82	Resistor, depos. carbon	600 kΩ/0.25 w	WF 600 k/0,25
R83	Resistor, depos. carbon	200 Ω/0.5 w	WF 200/0,5
R84	Resistor, depos. carbon	6 kΩ/0.5 w	WF 6 k/0,5
R85	Resistor, depos. carbon	2 kΩ/0.5 w	WF 2 k/0,5
R86	Resistor, depos. carbon	100 kΩ/0.25 w	WF 100 k/0,25
R87	Resistor, depos. carbon	2.5 kΩ/0.25 w	WF 2,5 k/0,25
R88	Resistor, depos. carbon	6 kΩ/0.5 w	WF 6 k/0,5
R89	Resistor, depos. carbon	2.5 kΩ/0.5 w	WF 2,5 k/0,5

Ref. No.	Designation	Ratings	R&S Stock No.
R90	Resistor, depos. carbon	100 kΩ/0.5 w	WF 100 k/0,5
R91	Resistor, depos. carbon	1 kΩ/0.5 w	WF 1 k/0,5
R92	Resistor, depos. carbon	6 kΩ/0.5 w	WF 6 k/0,5
R93	Resistor, depos. carbon	1 kΩ/0.5 w	WF 1 k/0,5
R95	Resistor, depos. carbon	1 kΩ/1 w	WF 1 k/1
R98	Resistor, wire-wound, variable	500 Ω lin.	WR 4/500
R99	Resistor, depos. carbon	40 kΩ/0.5 w	WF 40 k/0,5
R100	Resistor, depos. carbon, variable	500 kΩ log.	WS 7226/500 k
R101	Resistor, depos. carbon	approx. 50 kΩ/0.5 w	WF 50 k/0,5
R106	Resistor, depos. carbon	1 MΩ/0.25 w	WF 1 M/0,25
R107	Resistor, depos. carbon	5 kΩ/0.5 w	WF 5 k/0,5
R111	Resistor, depos. carbon	500 kΩ/0.25 w	WF 500 k/0,25
R112	Resistor, depos. carbon	approx. 10 kΩ/1 w	WF 10 k/1
R113	Resistor, depos. carbon	approx. 3 kΩ/1 w	WF 3 k/1
R114	Resistor, depos. carbon	approx. 6 kΩ/1 w	WF 6 k/1
R116	Resistor, depos. carbon	100 kΩ/0.25 w	WF 100 k/0,25
R117	Resistor, depos. carbon	10 kΩ/0.5 w	WF 10 k/0,5
R120	Resistor, depos. carbon	40 kΩ/0.5 w	WF 40 k/0,5
R121	Resistor, depos. carbon, variable	5 kΩ lin.	WS 9122 F/5 k
R122	Resistor, depos. carbon	40 kΩ/0.5 w	WF 40 k/0,5
R123	Resistor, depos. carbon	400 kΩ/0.25 w	WF 400 k/0,25
R124	Resistor, depos. carbon	50 kΩ/0.5 w	WF 50 k/0,5
R125	Resistor, depos. carbon, variable	10 kΩ lin.	WS 9122 F/10 k
R126	Resistor, depos. carbon	30 kΩ/0.5 w	WF 30 k/0,5
R127	Resistor, depos. carbon	100 kΩ/0.25 w	WF 100 k/0,25
R128	Resistor, depos. carbon	25 kΩ/0.5 w	WF 25 k/0,5
R129	Resistor, depos. carbon, variable	10 kΩ lin.	WS 7122 F/10 k

Ref. No.	Designation	Ratings	R&S Stock No.
R130	Resistor, depos. carbon	5 kΩ/0.5 w	WF 5 k/0,5
R131	Resistor, depos. carbon	2 kΩ/0.5 w	WF 2 k/0,5
R132	Resistor, depos. carbon	20 kΩ/2 w	WF 20 k/2
R133	Resistor, depos. carbon	800 kΩ/0.25 w	WF 800 k/0,25
R134	Resistor, depos. carbon	200 kΩ/0.25 w	WF 200 k/0,25
R135	Resistor, depos. carbon	500 kΩ/0.25 w	WF 500 k/0,25
R136	Resistor, depos. carbon	50 Ω/0.5 w	WF 50/0,5
R137	Resistor, depos. carbon	100 kΩ/0.25 w	WF 100 k/0,25
R138	Resistor, depos. carbon	50 Ω/0.5 w	WF 50/0,5
RsA	Relay		RSS 120048
Rl1	Lamp, glow, miniature	220 v	RL 210
Rö1	Pentode		E 180 F
Rö2	Pentode		EF 800
Rö3	Duo-triode		ECC 801 S
Rö4	Pentode		EF 800
Rö5	Pentode		EF 805 S
Rö6	Pentode		EF 800
Rö7	Pentode		EF 800
Rö8	Duo-triode		ECC 801 S
Rö9	Duo-triode		ECC 801 S
Rö10	Triode		EC 93
Rö11	Duo-triode		ECC 801 S
Rö12	Reference tube		85 A 2
Rö13	Pentode, output		PL 81
Rö14	Pentode, output		PL 81
Rö15	Pentode		EF 806 S

Ref. No.	Designation	Ratings	R&S Stock No.
S1	Switch, midget step		SRW 14110
S2	Switch, midget		SR/1 SM 1
S3 I/II	Switch, wafer		SRN 323/2/32
S3 III	Switch, toggle, forked		SR 131/2
S4 L..IV	Switch, midget step		1521-9.16
S4 V	Switch, midget		SR/1 SM 1
S4 VI	Switch, midget		SR/1 SM 1
S4 VII	Switch, midget		SR/1 SM 1
S4 VIII	Switch, midget		SR/1 SM 1
S5	Switch, midget step		SRW 14120
S6	Switch, rotary		SR 113/3
S7	Fuse panel		FD 60511
S8	Switch, toggle		SKK 120
Si1	Fuse	400 ma	0,4 C DIN 41571
Tr1	Transformer, power		1521-12/2



Kurz-Bedienungsanleitung

Eichen (Abschnitt 3.3 in Kürze)

3 auf „Nacheichen (1 MHz)".

14 auf „ohne".

17 auf „1 . . . 3 MHz".

8 auf „5 kHz".

Mit **7** den Skalenzeiger **6** auf rote Marke **2** drehen und hier abstimmen, daß **5** Höchstausschlag zeigt.

16 einregeln, daß Zeiger von **5** genau 0 db zeigt.

17 auf „300 kHz . . . 1 MHz" umschalten.

Mit **7** den Skalenzeiger **6** auf rote Marke (am rechten Ende der Skala) drehen und hier abstimmen, daß **5** Höchstausschlag zeigt.

15 einregeln, daß Zeiger von **5** genau 0 db zeigt.

8 auf „500 Hz" umschalten.

11 auf „0 kHz" drehen.

12 einstellen, daß **5** Höchstausschlag zeigt.

13 einregeln, daß **5** genau 0 db zeigt.

Messen mit 5 kHz ZF-Bandbreite

Möglicher Frequenzbereich 100 kHz . . . 30 MHz.

Spannungsmeßbereich 0,2 µV . . . 1 V.

Eingangswiderstand mit **19** nach Bedarf.

Für 0,2 µV . . . 10 mV wird **1** auf „x1/+0 db" gestellt und **3** je nach Spannung auf einen der 9 Bereiche.

Für 10 mV . . . 1 V wird **1** auf „x100/+40 db" gestellt und **3** je nach Spannung auf einen der 9 Bereiche, wobei der aus **3** und **5** sich ergebende Spannungswert mit 100 multipliziert werden muß.

14 auf „ohne" stellen.

8 auf „5 kHz" stellen.

Zu messende Spannung über Koaxialkabel an **18.**

17 auf Bereich stellen, in dem die Frequenz der zu messenden Spannung liegt.

Mit **7** Frequenz aufsuchen und abstimmen, daß **5** Höchstausschlag zeigt. Spannungswert ablesen.

Stehen z. B. **1** auf „x100/+40 db", **3** auf „100 µV/–80 db" und Zeiger von **5** auf 7 V (obere Skale), dann ist $U_x = 70\ \mu V \times 100 = 7000\ \mu V = 7\ mV$; das entspricht dem Pegel (+40 db) + (–80 db) + (–1 db) = –41 db.

Messen mit 500 Hz ZF-Bandbreite

Möglicher Frequenzbereich
10 kHz . . . 30 MHz für $U_x = 30\ \mu V$ . . . 1 V,
20 kHz . . . 30 MHz für $U_x = 3\ \mu V$ . . . 1 V,
30 kHz . . . 30 MHz für $U_x = 0{,}2\ \mu V$ . . . 1 V.

8 auf „500 Hz" stellen.

Sonst wie beim Messen mit 5 kHz ZF-Bandbreite.

Messen „mit Skalendehnung"
siehe Abschnitt 3.9.2. Seite 16.

„Feinverstimmung (Schmalband)"
siehe Abschnitt 3.6. Seite 12.

Ausgang „Hörer" siehe Abschnitt 3.7.

Condensed Operating Instructions

Calibration (Section 3.3 condensed)

3 to CALIBRATION (1 MC)

14 to WITHOUT

17 to 1 TO 3 MC

8 to 5 KC

Put dial cursor **6** to the red mark **2** using **7** and tune for maximum deflection of **5**.

Vary **16** until the pointer of **5** is exactly at 0 db.

Switch **17** over to 300 KC TO 1 MC.

Put dial cursor **6** to the red mark (at the right end of the dial) using **7** and tune for maximum deflection of **5**.

Vary **15** until the pointer of **5** is exactly at 0 db.

Switch **8** over to 500 CPS.

Set **11** to 0 KC.

Adjust **12** for maximum deflection of **5**.

Vary **13** until **5** reads exactly 0 db.

Measuring with 5-kc IF bandwidth

Possible frequency range 100 cps to 30 Mc.

Voltage measurement range 0.2 µv to 1 v.

Select required input impedance using **19.**

For 0.2 µv to 10 mv, set **1** to "x 1/+0 db" and **3** to one of the nine ranges depending on the voltage.

For 10 mv to 1 v, set **1** to "x100/+40 db" and **3** to one of the nine ranges depending on the voltage.

Multiply the voltage value resulting from **3** and **5** by 100.

Set **14** to WITHOUT.

Set **8** to 5 KC.

Apply voltage to be measured via coaxial cable to **18.**

Adjust **17** to range which covers the frequency of the voltage to be measured.

Select frequency using **7** and tune for maximum deflection of **5**. Read off voltage.

If, for example, **1** is on "x 100/+40 db", **3** on "100 µV/–80 db" and pointer of **5** on 7 v (upper scale), $E_x = 70\ \mu v \times 100 = 7000\ \mu v = 7\ mv$; this equals the level of (+40 db) + (–80 db) + (–1 db) = – 41 db.

Measuring with 500-cps IF bandwidth

Possible frequence range
10 kc to 30 Mc if $E_x = 30\ \mu v$ to 1 v,
20 kc to 30 Mc if $E_x = 3\ \mu v$ to 1 v,
30 kc to 30 Mc if $E_x = 0.2\ \mu v$ to 1 v.

Set **8** to 500 CPS.

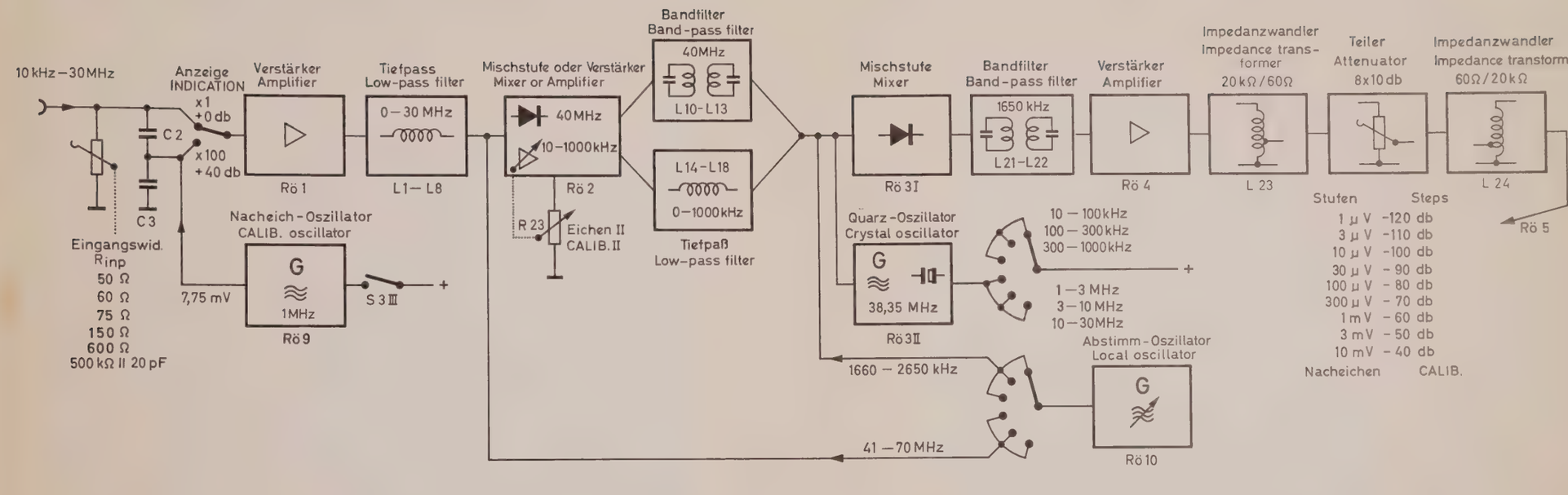
Otherwise, same as for measuring with 5-kc IF bandwidth.

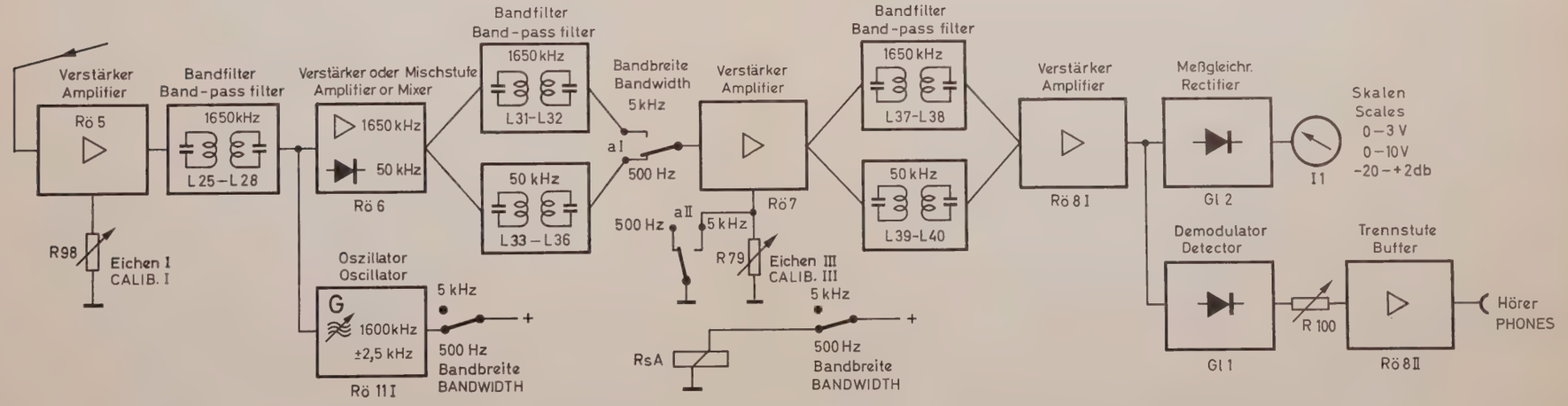
Measuring WITH SCALE EXPANSION
(see Section 3.9.2, page 60)

FINE TUNING (NARROW BAND)
(see Section 3.6, page 57)

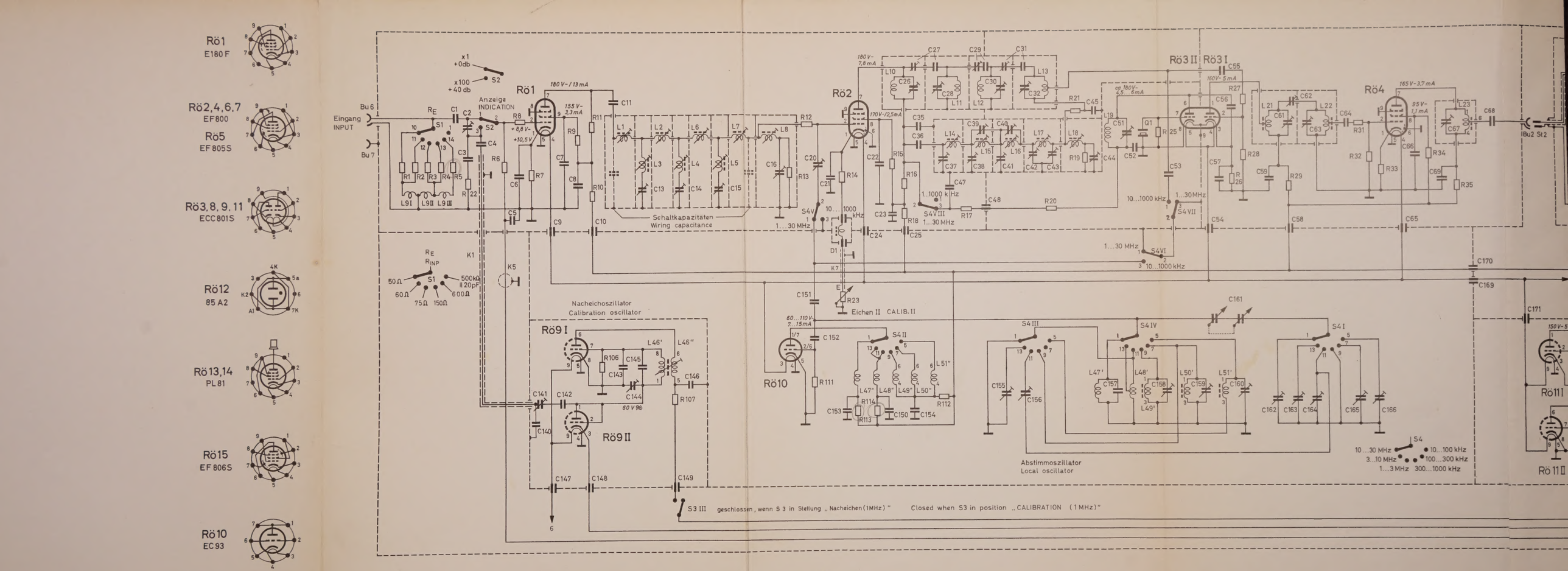
Output PHONES (see Section 3.7, page 58)

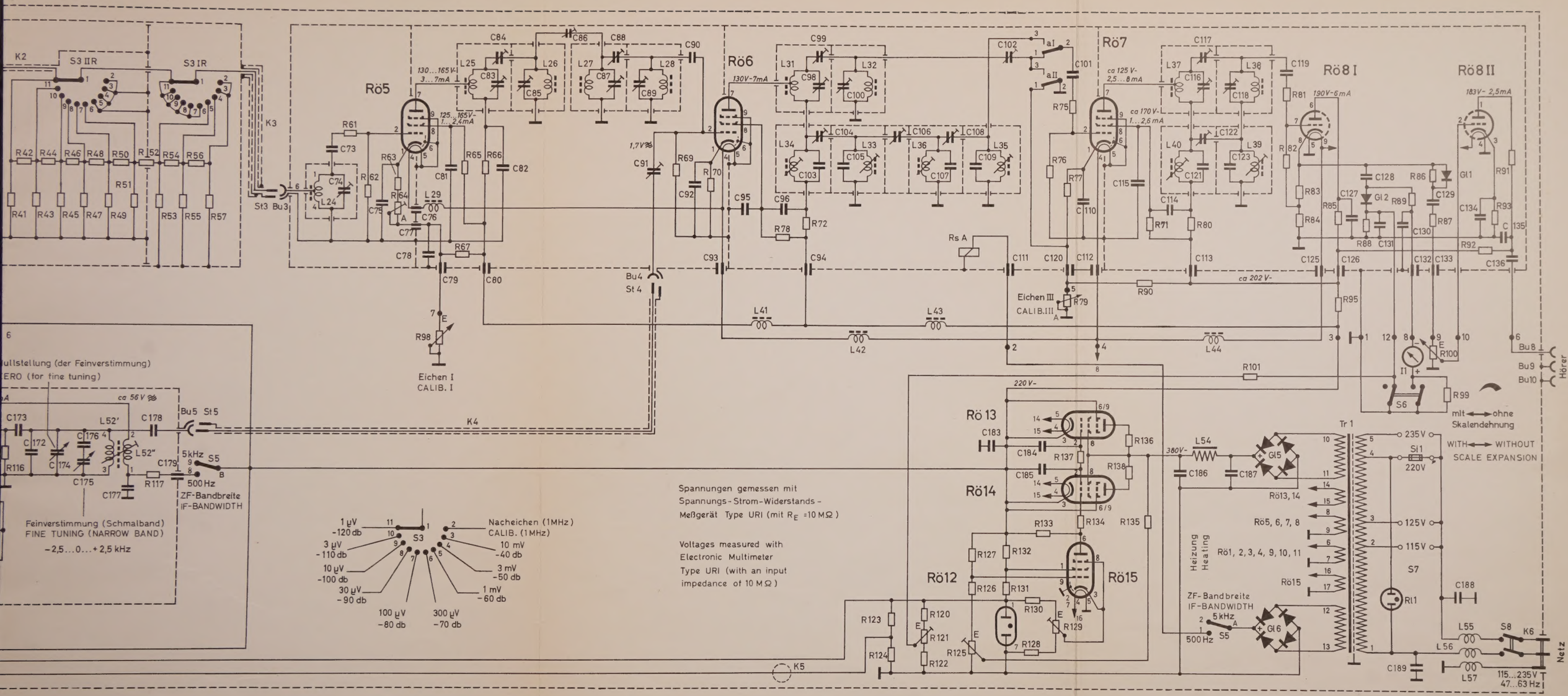
Frontplatte
Front panel





Blockschaltbild
Block Diagram


Rö1
E180F
Rö2,4,6,7
EF800
Rö5
EF805S
Rö3,8,9,11
ECC801S
Rö12
85A2
Rö13,14
PL81
Rö15
EF806S
Rö10
EC93
Eingang
INPUT
Bu 6
Bu 7
x1
+0db
x100
+40db
S2
Anzeige
INDICATION
RE
S1
C1
C2
C3
C4
R1
R2
R3
R4
R5
R22
L9I
L9II
L9III
R8
+8,8V-
+10,5V
Rö1
180V-/13mA
155V-
3,3mA
R6
C6
R7
C7
C8
R9
R10
C5
C9
C10
C11
R11
L1
L2
L6
L7
L8
L3
L4
L5
C13
C14
C15
C16
R13
R12
Schaltkapazitäten
Wiring capacitance
Rö2
180V-
7,8mA
170V-/12,5mA
C20
C21
R14
C22
R15
R16
C23
R18
C24
C25
S4V
1...30 MHz
10...1000 kHz
D1
K7
C27
C29
C31
L10
L11
L12
L13
C26
C28
C30
C32
C35
C36
C37
C38
C39
C40
C41
C42
C43
L14
L15
L16
L17
R21
C45
L18
L19
R19
C44
C51
C52
Q1
R25
cg 180V-
5,5...6mA
1...1000 kHz
S4III
1...30MHz
C47
C48
R17
R20
Rö3II
Rö3I
C55
160V- 5mA
R27
C56
C53
C57
R26
C59
R28
R29
C54
C58
C65
10...1000 kHz
1...30MHz
S4VII
1...30 MHz
S4VI
10...1000 kHz
L21
C61
C62
L22
C63
C64
R31
Rö4
165V-3,7mA
95V-
1,1mA
L23
C67
C68
R32
R33
C66
R34
C69
R35
Bu2 St2
C170
C169
C171
150V-5
Rö11
Rö11II
K1
K5
RE
RINP
50Ω
60Ω
75Ω
150Ω
S1
500kΩ
II 20pF
600Ω
Nacheichoszillator
Calibration oscillator
Rö9I
L46'
L46"
R106
C145
C143
C144
C146
R107
60V 9%
C141
C142
C140
Rö9II
C147
C148
C149
6
S3III geschlossen, wenn S3 in Stellung „Nacheichen(1MHz)"
Closed when S3 in position „CALIBRATION (1MHz)"
C151
60...110V-
7...15mA
I/7
2/6
C152
Rö10
R111
E
R23
Eichen II CALIB. II
S4II
L47"
L48"
L49"
L50"
L51"
R114
R113
C153
C150
C154
R112
C161
S4III
S4IV
S4I
C155
C156
L47'
L48'
L49'
L50'
L51'
C157
C158
C159
C160
C162
C163
C164
C165
C166
Abstimmoszillator
Local oscillator
S4
10...30 MHz
3...10 MHz
1...3 MHz
10...100 kHz
100...300 kHz
300...1000 kHz



Stromlauf
Circuit Diagram

MP MASTER
MA23812